

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Автоматизация теплоэнергетических процессов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система управления процессом газификации при нагреве отходов углеобогащения концентрированным потоком лазерного излучения

УДК 681.51:622.7'17-046.46:535.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Белоногов Максим Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	Стрижак Павел Александрович	д.ф-м.н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения контроля и диагностики	М.В. Василевский	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель Отделения социально- гуманитарных наук	Н.Г. Кузьмина			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	В.В. Медведев	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель Отделения/НОЦ/ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	П.А. Стрижак	д.ф-м.н., профессор		

Томск – 2018 г.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата, указанными в ФГОС ВПО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.

P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Тепловые электрические станции

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель профиля
П.А. Стрижак

(Подпись)

(Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4В	Белоногову Максиму Владимировичу

Тема работы:

Автоматизированная система управления процессом газификации при нагреве отходов углеобогащения концентрированным потоком лазерного излучения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2018 №571/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ol style="list-style-type: none">Обзорные публикации и монографии с основными достижениями в области создания и использования композиционных топлив на основе промышленных отходов и низкосортных углей.Экспериментальные стенды и разработанные в ТПУ методики проведения исследований для изысканий в рамках бакалаврской работы.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Анализ объекта автоматизации 2. Разработка функциональной и структурной схем 3. Выбор технических средств АСР и составление заказной спецификации 4. Разработка принципиальной электрической, монтажной схем и чертежа общего вида щита автоматизации 5. Выполнение расчета одноконтурной системы 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность
Перечень графического материала	1. Схема функциональная 2. Схема принципиальная электрическая 3. Схема монтажная 4. Общий вид щита автоматизации
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	М.В. Василевский, доцент Отделения контроля и диагностики
Социальная ответственность	Н.Г. Кузьмина, старший преподаватель Отделения социально-гуманитарных наук
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2018
---	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	П.А. Стрижак	д.ф.-м.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Белоногов Максим Владимирович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 79 с., рис.12, табл.19, 25 источников.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, газификация, расход топлива, камера сгорания, ПИ - регулирование.

Цель работы – разработка АСУ процессом газификации отходов углеобогащения при нагреве лазерным излучением.

В процессе выполнения работы проводился анализ объекта автоматизации, разработка функциональной, структурной, и принципиальной электрической схемы АСУ газификации, расчет оптимальных параметров настройки регулятора, выбор технических средств автоматизации для данного объекта.

В ходе проведенных исследований произведена разработка системы автоматизированного управления процессом газификации отходов углеобогащения на базе современных технических средств автоматизации, и последующее составление заказной спецификации.

С экономической точки зрения эффективность работы заключается в следующем: использование отходов угле и нефтепереработки в качестве компонентов топлив. Конвертирование горючих отходов переработки в сингаз с помощью мощного потока лазерного излучения. Данный подход позволяет при минимальных затратах производить топливно-воздушную смесь с достаточно высокой конвертацией горючих компонентов.

Содержание

<u>Введение</u>	9
<u>1 Экспериментальная работа</u>	12
<u>2 Анализ объекта автоматизации</u>	17
<u>3 Выбор структуры АСУ газификацией фильтрованных кеков</u>	21
<u>4 Разработка функциональной схемы</u>	23
<u>5 Выбор технических средств</u>	25
<u>5.1 Выбор датчиков газоанализа</u>	25
<u>5.2 Выбор регулирующего устройства</u>	28
<u>5.3 Выбор исполнительного механизма</u>	30
<u>5.4 Выбор блока управления исполнительным механизмом</u>	31
<u>5.5 Выбор датчиков температуры</u>	32
<u>5.6 Выбор технических средств измерения расхода</u>	33
<u>5.7 Выбор лазера</u>	35
<u>6 Проектирование принципиальной электрической схемы</u>	37
<u>7 Проектирование монтажной схемы АСУ</u>	40
<u>7 Разработка чертежа общего вида щитовой конструкции АСУ</u>	42
<u>9 Расчет оптимальных параметров настройки регулятора</u>	41
<u>9.1 Идентификация объекта управления</u>	43
<u>9.2 Расчет параметров настройки регулятора</u>	46
<u>10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</u>	53
<u>10.1 Планирование работ и оценка времени на их выполнение</u>	54
<u>10.2 Смета затрат на проект</u>	55
<u>10.3 Смета затрат на оборудование и монтажные работы</u>	57

<u>10.4 Анализ полученных результатов</u>	58
<u>11 Социальная ответственность</u>	62
<u>11.1 Электробезопасность</u>	63
<u>11.2 Шум и вибрация</u>	64
<u>11.3 Пожарная безопасность</u>	66
<u>11.4 Метеорологические условия работы в помещениях</u>	68
<u>11.5 Электромагнитное излучение</u>	69
<u>11.6 Экологическая безопасность</u>	71
<u>11.7 Заключение по разделу «Социальная ответственность»</u>	72
<u>11 Заключение</u>	74
<u>Список использованных источников</u>	75
<u>Приложение А Заказная спецификация приборов и средств автоматизации</u>	78

Графический материал:

на отдельных листах

ФЮРА.421000.003 С2	Схема функциональная
ФЮРА.421000.003 Э3	Схема принципиальная электрическая
ФЮРА.421000.003 С4	Схема монтажная
ФЮРА.421000.003 ВО	Общий вид щита автоматизации

Введение

В последнее время было предложено большое количество проектов по переработке угля и отходов угледобычи, а также углеобогащения с использованием технологий газогенераторов, чтобы получить кокс и генераторный газ, который можно использовать для получения электроэнергии и тепла.

На сегодняшний день поколения энергетики, а также другой деятельности человека на планете, является определяющим фактором, который ускоряет загрязнение окружающей среды. Особое внимание должно быть уделено тепловым электростанциям, которые полагаются на традиционные источники энергии (уголь, мазут и газ). На долю ТЭС в глобальном масштабе производимой энергии достигает 40-45%. Среди всех загрязнений, существует пять основных из них, чья доля составляет 90-95% выбросов антропогенных веществ в различные регионы мира: частицы золы, окислы серы, азота и оксида углерода, а также водяных паров. Каждый из перечисленных элементов негативно сказывается на окружающую среду, изменение климата и парниковые газы [24].

В результате экологических проблем глобального климата, изменения и непрерывного роста тепловых станций и систем, а следовательно тепла и потребления электроэнергии, возникла проблема ограничения выбросов. Наиболее распространенными методами являются: сульфатизация дымовых газов, улавливание и хранения, улавливание и использование [23].

В последние годы отказ от традиционной угольной пыли сгорания в пользу суспензий топлива на основе угля и воды, содержащие нефтепродукты становится многообещающим. Современные тенденции в отношении широкого внедрения рециркуляции промышленных отходов требуют интенсивных исследований, прокладывающих новые пути подготовки промышленного топлива. Отходы переработки угля и нефти являются очень привлекательными источниками горючего сырья для подготовки подходящего вторичного топлива [25]. Однако их использование в обычных нагревателях

сопряжено с определенными проблемами. Реологические и термические свойства таких составных топлив сильно отличаются от традиционных и, следовательно, необходимы существенные модификации нагревательных печей вместе с адаптацией инфраструктуры подачи топлива. Принципиально другим способом является специальная предварительная обработка топливной композиции, которая позволяет эффективно преобразовывать топливо, полученное из отходов, в горючий газ. Газификация различных твердых или жидких горючих веществ является хорошо известным способом их адаптации для промышленного применения или даже для использования в автомобильных двигателях. В камерах сгорания таких систем не нужны глобальные модификации для использования различного газообразного топлива.

Автоматизированная система управления — совокупность программных и аппаратных средств, персонала, предназначенный для управления различными процессами в рамках производства, технологического процесса, предприятия. АСУ используется в различных отраслях энергетики, транспорте, промышленности и т. п. Термин «автоматизированная», в отличие от термина «автоматическая», означает сохранение за человеком, являющимся оператором, каких-либо функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации. АСУ с системой поддержки принятия решений являются основным инструментом повышения обоснованности управленческих решений [1].

Задача создания АСУ — повышение эффективности процессом газификации отходов углеобогащения.

Работа направлена на выполнение разработки системы автоматизированного управления процессом газификации отходов углеобогащения, описание всего процесса разработки в пояснительной записке, составление схем автоматизации, выбор современных технических средств автоматизации, а также составление заказной спецификации.

Разработка автоматизированной системы управления позволит решить ряд задач:

- сбор, хранение, обработку и передачу информации о протекании технологического процесса и состоянии технологического оборудования;
- автоматический контроль параметров, обеспечивающих функционирования.

Газификация — преобразование органической части твёрдого или жидкого топлива в горючие газы. Газификацию проводят в газогенераторе, получаемые газы называют генераторными, их применяют как топливо или в качестве сырья для химического производства [2].

Кек — это мелодисперсный уголь, получаемый из отходов обогатительной фабрики при обогащении КЖ и КС с содержанием углерода до 40%, влаги — 30% и остальное — минеральная составляющая.

1 Исследовательская работа

Лазерная обработка становится все более популярной для различных объектов и целей, включая различные виды топлива и горючие вещества. Были экспериментально исследованы некоторые детали светоиндуцированного превращения отходов угольной воды, полученных из отходов, в синтез-газ. Специфическая энергия газификации сильно зависит от выбранного содержания исходного топлива и не превышает 6 МДж / кг. Было показано, что существует два возможных альтернативных процесса с доминирующим образованием водорода или метана. Производство горючих газов сопровождается образованием определенных количеств SO_2 и намного меньшим количеством CO [21-22].

Была проведена серия экспериментов, показывающая основные особенности процесса газификации водо-угольной смеси непрерывным лазерным излучением. Смесь готовилась из отходов углепереработки (фильтр-кек угля марки Г), в виде порошка угля с размером частиц не более 200 мкм, и воды. Схема эксперимента представлена на рисунке 1. Непрерывный лазер ($\lambda = 533$ нм) мощностью 1Вт инициировал точечный нагрев капли топлива, сфокусированным излучением. Интенсивность излучения варьировалась подстройкой мощности лазера в диапазоне 769-1367 Вт/см².

Порция топлива помещалась на специальном держателе внутри медной камеры, стоящей на платформе электронных аналитических весов. Лазерное излучение заводилось через специальное окно, продукты газификации удалялись через выходной патрубок газоанализатора. Данная схема позволяет провести три вида измерений для характеристики процессов, протекающих в образце топлива под действием излучения. Измерение массы газифицированного топлива с количеством поглощенной энергии для различных интенсивностей измерялось с помощью аналитических весов (при отключенных патрубках магистралей газоанализатора, чтоб исключить искажения показаний за счет сил упругости). Анализ химического состава сингаза проводился с помощью газоанализатора в режиме кольцевой прокачки

газа через рабочую камеру установки. Температура на облучаемой поверхности топлива контролировалась с помощью тепловизора, смотрящего на образец под близким к нормали углом (при снятом стекле оптического окна). Таким образом, проведенный цикл измерений позволил достаточно детально охарактеризовать происходящие при лазерной газификации процессы.

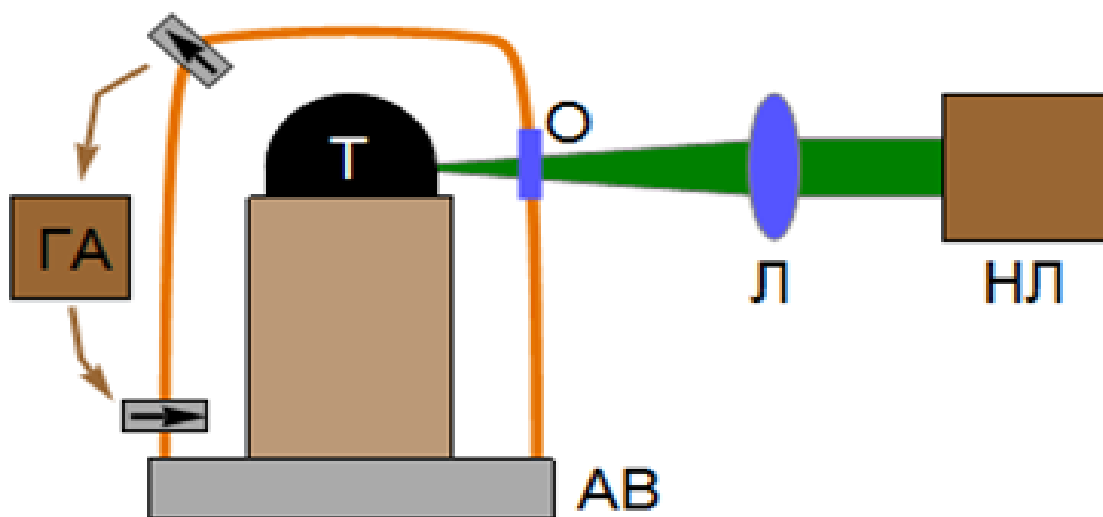


Рисунок 1 – схема экспериментальной установки

НЛ – непрерывно излучающий лазер; Л — фокусирующая линза; О – оптическое окно; АВ – аналитические весы; Т – порция ВУТ; ГА – газоанализатор.

Зависимости массы газифицированного топлива от времени воздействия лазерного излучения (т.е. от поглощенной энергии) показаны на рисунке 2. Видно, что графики, описывающие изменение массы со временем, представляют собой зависимости, близкие к линейным. Наклон кривых растет с ростом интенсивности лазерного излучения, однако, очевидно, что скорость газификации ВУТ при интенсивности лазерного излучения $I=846 \text{ Вт/см}^2$ значительно ниже, чем при больших интенсивностях. В то же время, рост интенсивности излучения с 1000 до 1437 Вт/см^2 приводит к квази-линейному росту скорости газификации без заметных скачков. Т.е. свето-индуцированная газификация непрерывным излучением имеет скачок эффективности в диапазоне ($846 \text{ Вт/см}^2 < I < 1032 \text{ Вт/см}^2$). При пересечении порогового

значения интенсивности, эффективность оптической накачки энергии существенно возрастает. Данный факт позволяет заключить, что медленная потеря массы образцом при низких интенсивностях излучения объясняется преимущественно выходом водяного пара. В случае же, когда интенсивность выше 769 Вт/см^2 , запускается термическое разложение угля.

Из рисунка 2 видно, что длительное воздействие лазерного излучения приводит к газификации до 30% массы образца топлива. Существенную часть сингаза составляет водяной пар, однако, судя по тому, что в течение длительного времени наблюдается монотонный рост массы газо-паровой смеси, соотношение водяного пара и остальных компонентов сингаза меняется слабо. Предварительные эксперименты по лазерной газификации сухого угольного порошка показывают, что в течение 5 минут образец может потерять до 6% исходной массы. Таким образом, можно ожидать соотношение масс водяного пара и продуктов газификации угля до 5:1.

Проведенные исследования состава газовой смеси внутри рабочего объема экспериментальной установки показали, что с ростом интенсивности лазерного излучения наблюдается немонотонный рост концентрации газообразного оксида углерода до 0,68 об.%, оксидов азота до 16.42 ppm, водорода до 927 ppm и диоксида серы до 79.56 ppm (рисунок 3). Подбирая интенсивность излучения можно управлять соотношением компонентов сингаза, а также скоростью газификации топлива. Производство диоксида серы и водорода стартует при минимальных интенсивностях лазерного излучения и плавно растет с ростом интенсивности. Производство оксида углерода и оксидов азота демонстрирует скачок концентраций этих газов при интенсивностях $I > 400 \text{ мВт/см}^2$. Данное пороговое значение интенсивности, скорее всего, обусловлено температурным порогом окисления углерода, достигающимся, когда тепловой поток излучения начинает заметно превосходить диссипацию тепла по объему топлива.

Измерения температуры поверхности ВУТ в пятне фокусировки лазерного излучения с помощью тепловизора показали, что в зависимости от

интенсивности излучения температура колеблется в диапазоне 600-700°C. При этом средняя температура порции топлива массой 150-200 мг не превышает 300-400°C. Для проведения этих измерений стекло с окна рабочей камеры было снято, что могло привести к небольшому снижению температуры поверхности топлива за счет притока воздуха извне.

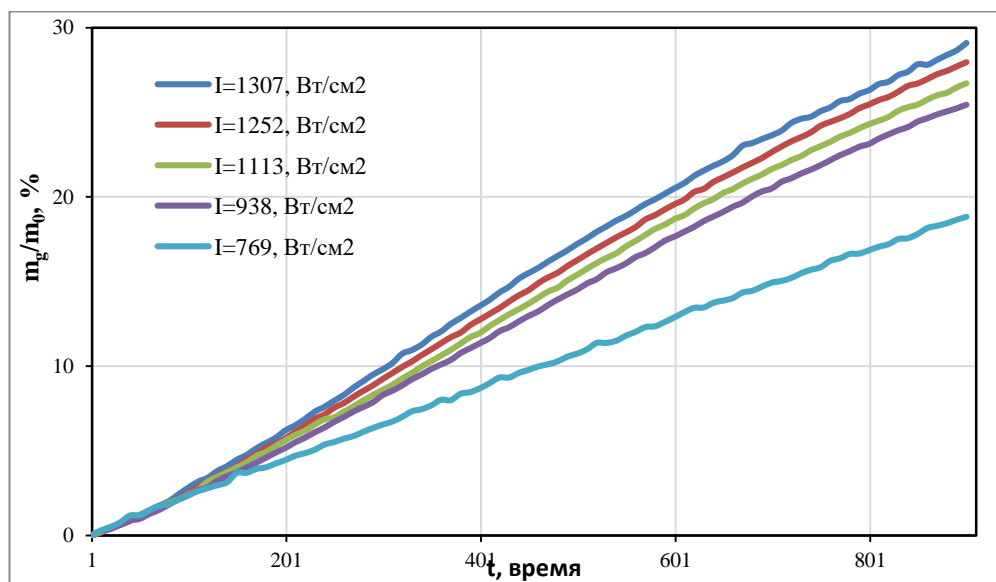


Рисунок 2 — Зависимость изменения массы газифицированной топливной смеси от времени лазерного облучения для разных интенсивностей излучения

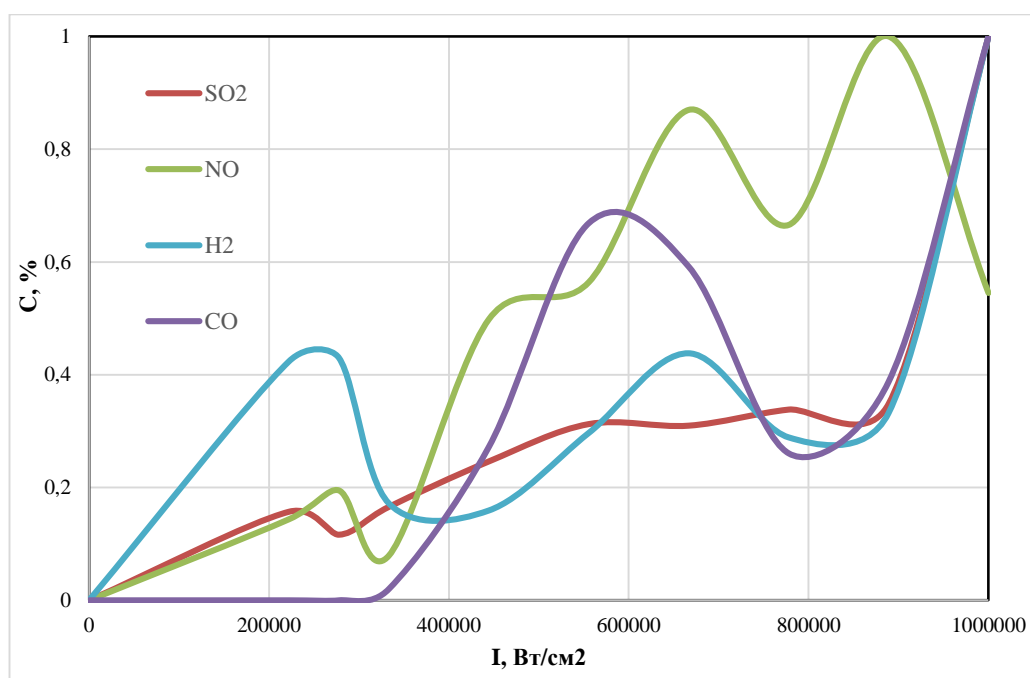


Рисунок 3 – Зависимость максимальных концентраций компонентов сингаза от интенсивности лазерного излучения

Таким образом, в работе продемонстрирована эффективность свето-индуцированной газификации водо-угольной суспензии непрерывным лазерным излучением, которая позволяет производить сингаз с достаточно высокой концентрацией горючих компонентов. Показано наличие порога интенсивности лазерного излучения (769 Вт/см^2), при переходе которого процесс свето-индуцированной газификации ВУТ резко ускоряется за счет запуска производства оксида углерода. Производство диоксида углерода при воздействии лазерного излучения не наблюдалось. Применение непрерывных источников света относительно малой мощности позволяет производить эффективную конверсию отходов углеобогащения в горючий газ. Применение сфокусированного солнечного света в качестве источника энергии для свето-индуцированной конверсии промышленных отходов позволяет в перспективе создать эффективный и дешевый метод утилизации промышленных отходов.

2 Анализ объекта автоматизации

Наиболее перспективной в настоящее время представляется газификация крупнозернистого топлива в плотном слое методом Lurgi, осуществляемым при повышенном давлении. Этот метод применяется на 16 заводах разных стран мира, на которых эксплуатируется более 60 газогенераторов Lurgi. Увеличение давления позволяет существенно повысить теплоту сгорания получаемого газа за счет протекания реакций метанирования. Эти реакции экзотермичны, благодаря чему при давлении 2,8–3 МПа можно сократить потребность в кислороде на 30–35 %. Кроме того, одновременно возрастает производительность газогенератора (пропорционально давлению) и повышается КПД газификации [2].

В газогенераторе Lurgi (рисунок 4) исходный уголь из бункера 2 периодически загружают в шахту 7 газогенератора, снабженную водяной рубашкой 12. При помощи охлаждаемого вращающегося распределителя 5 и перемешивающего устройства 6 топливо равномерно распределяется по сечению аппарата. Парокислородное дутье подают под вращающуюся колосниковую решетку 11, на которой находится слой золы. Этот слой способствует равномерному распределению газифицирующего агента. При вращении колосниковой решетки избыточное количество золы с помощью ножей 8 сбрасывают в бункер 14 [2]. Образующийся в аппарате газ проходит скруббер 10, где предварительно очищается от угольной пыли и смолы (в случае необходимости смолу можно возвратить в шахту газогенератора). Вращение распределителя 5 и колосниковой решетки 11 осуществляется от приводов 4 и 9.

Недостатки метода Lurgi: жесткие ограничения по размерам частиц – не менее 5 мм (так как при большом содержании мелочи снижается производительность аппарата); наряду с газификацией происходит термическое разложение топлива с образованием продуктов полукоксования, которые необходимо извлекать из газа и перерабатывать; низкая степень разложения водяного пара (30–40 %), вследствие чего остальное его

количество при охлаждении газа конденсируется с образованием химически загрязненной воды, требующей тщательной очистки [2].

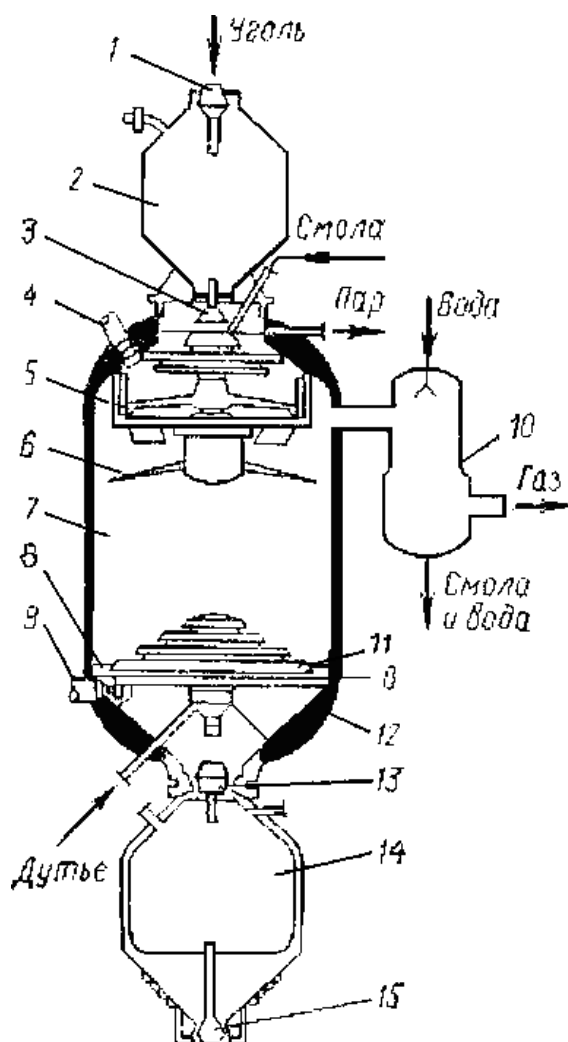


Рисунок 4 – Газогенератор Lurgi

1, 3, 13, 15 – Затворы; 2, 14 – бункеры; 4, 9 – приводы; 5 – распределитель угля; 6 – перемешивающее устройство; 7 – шахта; 8 – ножи; 10 – скруббер; 11 – колосниковая решетка; 12 – водяная рубашка

Основываясь на многочисленные исследования по данной тематике в Томском политехническом университете, была предложена к рассмотрению следующая схема по свето-индуцированной газификации водоугольных композиций:

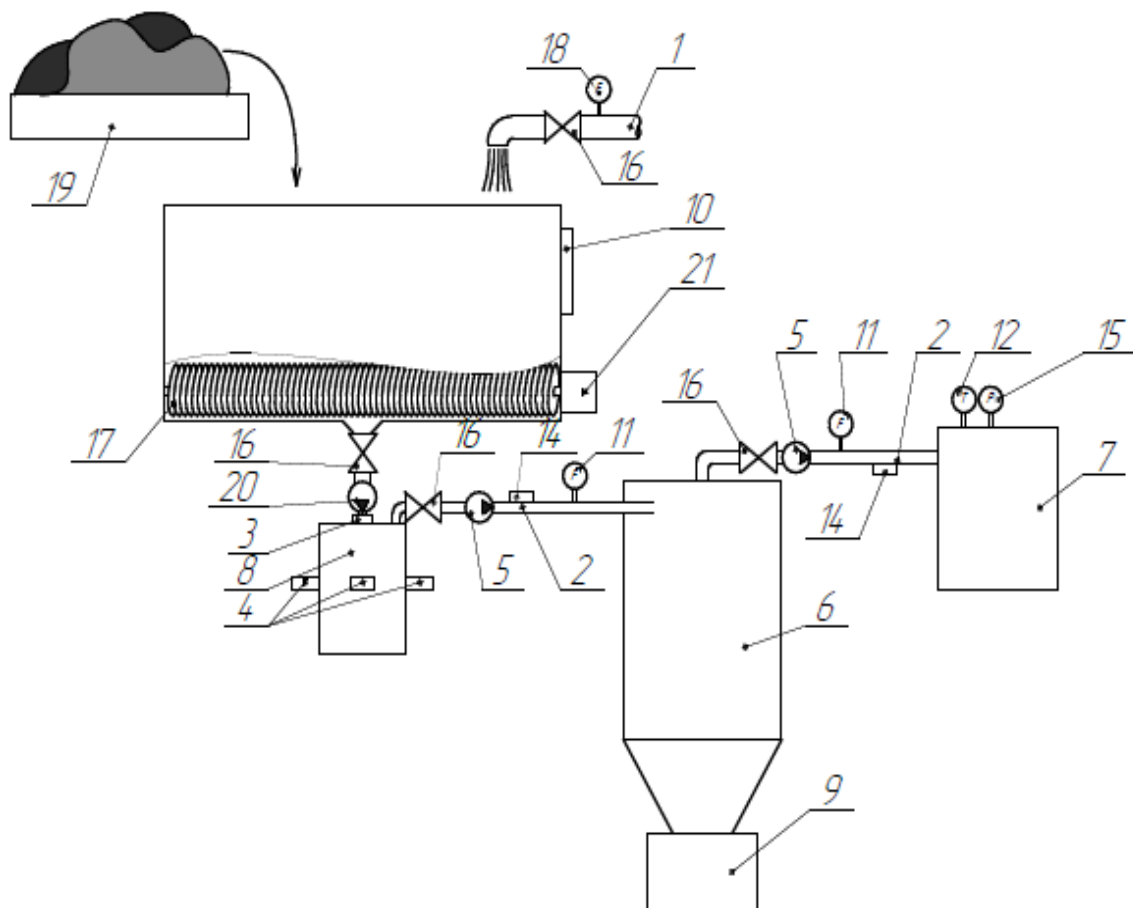


Рисунок 5 – Схема установки газификации

1 – водопровод; 2 – газопровод; 3 – форсунка; 4 – лазер; 5 – компрессор; 6 – фильтр «Циклон»; 7 – аккумулярующий бак; 8 – камера газификации; 9 – бак отходов; 10 – уровнемер; 11 – расходомер газа; 12 – термометр; 13 – электропривод; 14 – газоанализатор; 15 – манометр; 16 – задвижка; 17 – шнек; 18 – счетчик расхода воды; 19 – автомобильные весы; 20 – насос; 21 – электродвигатель

На автомобильные весы 19 заезжает машина и высыпает кек, который перемешивается с водой из трубопровода 1. Массу поступившего кек измеряют по разности веса автомобиля до и после выгрузки. Шнек 17 перемешивает кек и воду, уровнемер 10 показывает уровень загрузки бака. Задвижка 16 регулирует количество смеси, поступающей в камеру сгорания 8. Получившееся смесь, поступившая в камеру сгорания 8, газифицируется излучением лазера 4. Газоанализатор 14 измеряет состав выходящего газа. Полученный газ поступает в циклон 6, где дополнительно очищается, отходы попадают в бак для отходов 9. После газ поступает в аккумулярующий бак 7, где накапливается и в дальнейшем транспортируется.

Данная схема удовлетворяет основному требованию – снижению рабочей температуры и давления, а также повышению надежности установки. Частицы, загружаемые в качестве топлива, перемолоты и не превышают размер 200 мкм. Также, за счет использования лазера, можно регулировать интенсивность излучения, что позволяет получать необходимый газ в нужных пропорциях

3 Выбор структуры АСУ газификацией фильтрованных кеков

В курсовом проекте был рассмотрен вариант построения автоматизированной системы управления процессом газификации отходов углеобогащения регулированием расхода топлива, заключающийся в воздействии на расход топлива путем изменения положения регулирующего органа, поставленного входе в шахту, и мощности лазерного излучения.

Оператор будет выполнять функции:

- сбор данных с нижнего уровня;
- контроль процесса газификации.

Контроллер будет выполнять функции:

- измерение расхода топлива;
- измерение положения задвижки;
- измерение температуры в шахте;
- регулирование расхода топлива.

На нижнем уровне находятся:

- датчики измерения расхода топлива, температуры в шахте, качества газа;
- исполнительные устройства, воздействующие на параметры.

В данном объекте регулируемые величины – это расход топлива, поступающего в камеру сгорания и мощность лазерного излучения. Для успешного регулирования требуется соблюдать технические требования:

- поддержание заданных регулируемых величин;
- вывод на экран качества получаемого газа;
- регистрация, хранение данных об изменениях параметра по времени;
- автоматическое регулирование.

Структурная схема автоматизированной системы управления расхода топлива представлена на рисунке 5.

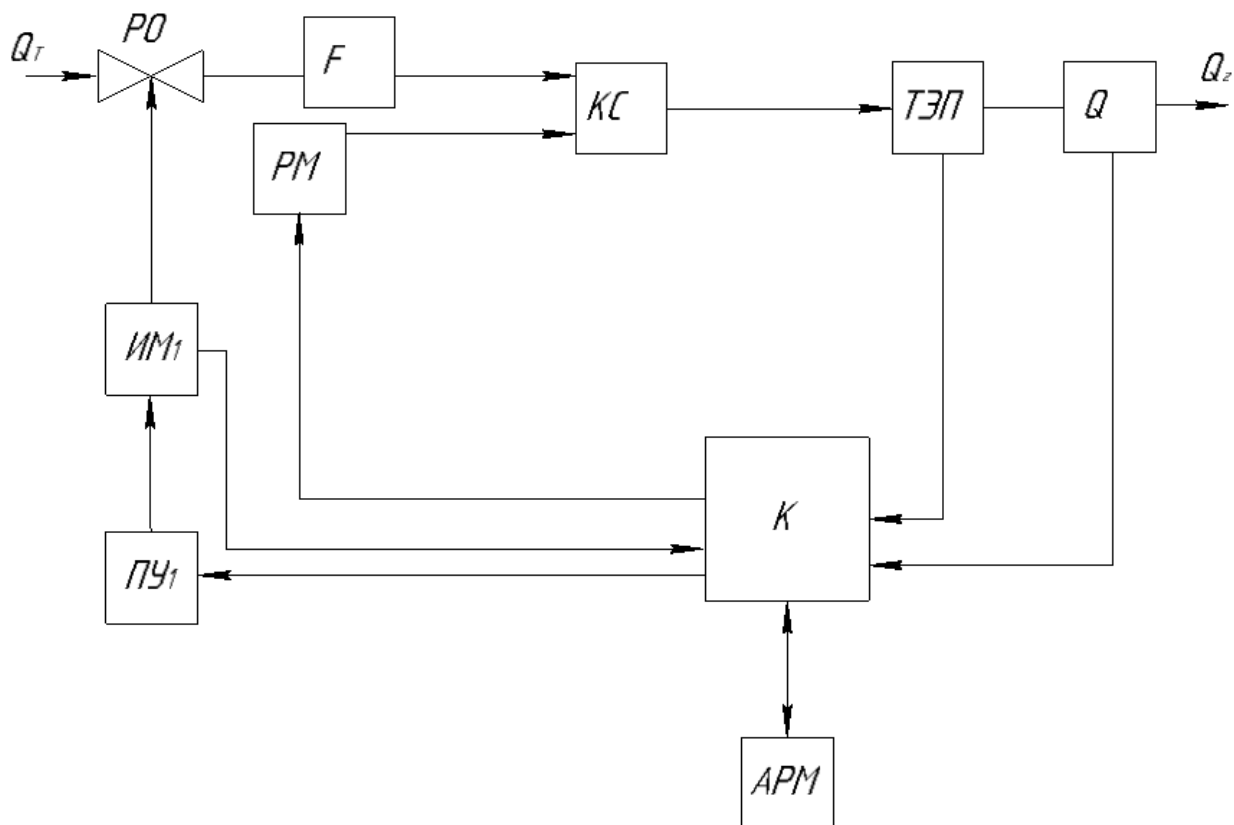


Рисунок 6 – Структурная схема АСУ газификации

КС – камера сгорания; Q – газоанализатор; К – контроллер; ПУ – пусковое устройство; РО – регулирующий орган; ИМ – исполнительный механизм; ТЭП – термоэлектрический преобразователь; F – расходомер топлива; АРМ – автоматизированное рабочее место; $Q_г$ – газ; Q_T – топливо; РМ – регулятор мощности лазера

Топливо Q_T поступает в камеру сгорания КС, где происходит процесс газификации, и выходит газ $Q_г$. Расходомер топлива F, преобразователь температуры ТЭП, газоанализатор Q, предоставляют контроллеру К данные о расходе топлива, качестве газа и температуре в шахте. Контроллер передает полученные данные на АРМ, а также вырабатывает управляющее воздействие и передает его на пусковое устройство ПУ, усиливающее сигнал для передачи на исполнительный механизм ИМ, который регулирует положение регулирующего органа РО, либо мощность лазерного излучения.

4 Разработка функциональной схемы

Функциональная схема – основной технический документ, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации.

Она представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики.

При проектировании функциональной схемы решаются задачи:

- изучение технологической схемы автоматизируемого объекта;
- выбор структуры измерительных каналов;
- определение местоположения точек отбора измерительной информации;
- определение предельных значений контролируемых параметров;
- размещение технических средств автоматизации на технологическом оборудовании, трубопроводах, по месту и на щитах.

В данной АСУ регулируемой величиной является расход топлива, поступающего в камеру сгорания, и мощность лазерного излучения. Измерить расход топлива можно при помощи расходомера, расположенного перед камерой сгорания.

В виде условных графических обозначений, которые установлены в соответствующих стандартах на условные графические обозначения этих групп и элементов, изображены функциональные части и связи между ними. В таком случае действуют правила выполнения принципиальных схем. В виде прямоугольников допускается изображать отдельные функциональные части на схеме. В таком случае эти части схемы выполняются по правилам структурных схем.

Условные графические обозначения на схемах выполнены сплошной толстой основной линией, а горизонтальная разделительная черта внутри графического обозначения и линии связи – сплошной тонкой.

На технологических трубопроводах изображена только та запорная и регулирующая арматура, которая необходима для определения относительного расположения отборных устройств и первичных измерительных преобразователей или непосредственно участвует в работе системы автоматизации.

Была разработана функциональная схема АСУ процессом газификации отходов углеобогащения. Схема представлена на листе с шифром ФЮРА.421000.003 С2.

Были определены измерительные каналы (1, 3-5) и канал управления (2). Измерительный канал 4 формирует сигнал о температуре в топке с ТЭП 1а, канал 5 с газоанализатора 2а о качестве газа. По измеренным параметрам осуществляется регулирование расхода топлива в шахту, измеряемого при помощи измерительного канала 3, который преобразует значения расхода топлива с ультразвукового расходомера 4а, поступающее к контролеру 3а в виде унифицированного токового сигнала 4-20 мА. Контроллер 3а формирует дискретный управляющий сигнал, который поступает на пусковое устройство 5а, где сигнал усиливается и приводит в действие электрический привод исполнительного механизма 5б.

5 Выбор технических средств АСР

Средства автоматизации производства включают в себя технические средства автоматизации - это приборы и устройства, которые могут как сами являться средствами автоматизации, так и входить в состав программно-аппаратного комплекса.

Технические средства автоматизации включают в себя приборы для фиксирования, переработки и передачи информации на автоматизированном производстве. С помощью них осуществляется регулирование, контроль и управление автоматизированными линиями производства.

По функциональному назначению технические средства автоматизации можно подразделить в соответствии с типовой схемой системы автоматического регулирования на исполнительные механизмы, усилительные, корректирующие и измерительные устройства, преобразователи, вычислительные и интерфейсные устройства.

Предпочтение отдается серийно выпускаемым техническим средствам автоматизации для удешевления и унификации АСУ процессом газификации отходов углеобогащения при ее проектировании. При выборе первичных измерительных преобразователей следует учитывать предельные значения измеряемых параметров, в диапазоне которых можно применять различные первичные измерительные преобразователи, а также характеристики выходных сигналов первичных измерительных преобразователей.

5.1 Выбор газоанализатора

Рассмотрим газоанализатор Testo 340, стандартно оснащенный сенсором кислорода. Также в любое время можно выполнить дооснащение анализатора тремя дополнительными сенсорами, выбрав конфигурацию прибора в зависимости от решаемых измерительных задач.

Благодаря компактному дизайну прибора в сочетании с надежным инженерным решением testo 340 является идеальным анализатором для выполнения пуско-наладки, сервисного и технического обслуживания, а также проведения измерений в целях мониторинга [5].

Таблица 1 – Технические данные газоанализатора Testo 340

Размеры	283 x 103 x 65 мм
Рабочая температура	-5...+50°C
Корпус	Поликарбонат
Класс защиты	IP40
Размер дисплея	160 x 240 мм
Дисплей	Графический
Источник питания	Блочный аккумулятор

Газоанализаторы ТЕСТ-1 предназначены для:

- измерения объемной доли кислорода, оксида углерода, оксида азота;
- определения расчетным методом концентрации диоксида углерода и суммы оксидов азота;
- измерения температуры в точке отбора пробы, а также индикации температуры окружающей среды;
- определения расчетным методом коэффициента избытка воздуха.

Область применения - оптимизация и контроль режимов горения в котельных установках, работающих на различных видах топлива. Газоанализаторы предназначены для использования вне взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

Газоанализатор ТЕСТ-1 являются прибором непрерывного действия.

Принцип действия газоанализаторов по измерительным каналам объемной доли кислорода, оксида углерода и оксида азота - электрохимический. Для измерения температуры анализируемой среды используется термоэлектрический преобразователь типа ХА, установленный в пробоотборном зонде [6].

Способ забора пробы - принудительный, от встроенного побудителя расхода.

Таблица 2 – Технические данные газоанализатора Тест 1

Определяемый параметр	Диапазон измерения	Пределы допускаемой основной погрешности	
		Абсолютной	Относительной
Температура газового потока	0-800°C	±2 °C	±2 %

Многокомпонентный переносной газоанализатор МАГ-6 П предназначен для непрерывного измерения и регистрации концентрации до четырех газов одновременно. В зависимости от исполнения газоанализатор применяется для измерения концентрации метана, кислорода, диоксида углерода, монооксида углерода, сероводорода и аммиака.

Газосигнализатор может применяться в различных технологических процессах в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве и других отраслях хозяйства.

Таблица 3 – Технические данные газоанализатора МАГ-6 П

Рабочие условия прибора – температура воздуха, °C	-20...+40
Рабочие условия прибора – относительная влажность, %	10...95
Время непрерывной работы от полностью заряженного аккумулятора, ч	8
Напряжение питания, В	3.3...4.4
Интерфейс для связи с компьютером	USB
Длина линии связи USB, м	3
Масса прибора, кг	0.8
Габаритные размеры прибора, мм	225x85x35
Средний срок службы, лет	5

Выбираем газоанализатор Тест 1, так как он имеет наименьшую погрешность и широкий диапазон измерения.

5.2 Выбор регулирующего устройства

В качестве регулирующего устройства используется контроллер. В ВКР рассматривались 3 контроллера от различных производителей, таких как: «ЭЛСИ»; «Schneider Electric»; «Siemens». Для реализации задачи необходимо 3 аналоговых входа для регистрации газоанализа. Также необходимо учитывать цену контроллера. Проведем сравнение характеристик контроллеров этих производителей.

Рассмотрим ПЛК фирмы «ЭЛСИ-ТМ», цена которого составляет 15000 рублей.

Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМ является отличным выбором для построения малого и среднего масштаба систем в области промышленной автоматизации. Модульная архитектура контроллера позволяет масштабировать решения - от одиночного контроллера до территориально-распределенной системы телемеханики целого производства. ПЛК ЭЛСИ-ТМ можно использовать для построения различных системных архитектур: одиночные системы с локальными входами-выходами, системы распределенного ввода-вывода и системы с удаленным вводом-выводом[8].

Таблица 4 – Технические данные ЭЛСИ ТМ

Параметры	Характеристики
Напряжение питания от источника постоянного тока, В	24±4
Напряжение питания от сети переменного тока, В	220±44
Потребляемая мощность, Вт	110
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+60
Относительная влажность, %	95
Атмосферное давление, кПа	84-106,7
Степень защиты	IP20
Средний срок службы, лет	10

Далее рассмотрим ПЛК фирмы «Siemens», цена которого составляет 59000 рублей. Применяется для решения задач автоматизации среднего

уровня. Исполнение контроллера блочно-модульное. Технические характеристики S7-200 приведены в таблице 5 [7].

Таблица 5 – Технические характеристики контроллера S7-200

Центральные процессоры	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
1	2		3	4	5
Объем памяти программ (EEPROM), КБ (вкл/выкл редактирование в режиме RUN)	4		8 / 12	12 / 16	16 / 24
Объем памяти данных, КБ	2		8	10	
Время выполнения инструкций	0,2 мкс				
Арифметика с плавающей запятой	Поддерживается				
ПИД-регулирование	Поддерживается				
Скоростной счет, кГц	4x30	6x30		4x30 +2x200	6x30
Импульсные выходы, кГц	2x20			2x100	2x20
	только в моделях с транзисторными выходными каскадами				
Количество таймеров / счетчиков / флагов	256/256/256				
Часы	Опциональный картридж		Встроенные		
Кол-во встроенных портов RS 485	1		2		
Кол-во встроенных входов-выходов	6 DI + 4 DO	8 DI + 6 DO	14 DI + 10 DO	14 DI + 10 DO; 2 AI + 1 AO	24 DI + 16 DO
Кол-во модулей расширения, не более	—	2	7		
Макс. кол-во входов-выходов системы	6 DI + 4 DO	40 DI + 38 DO; 8(0)AI + 2(4)AO	94 DI + 74 DO; 28(0)AI+7(14)AO	94 DI + 74 DO; 30(2)AI + 8(15)AO	128 DI + 120 DO; 28(0)AI + 7(14)AO
Выходной ток встроенного блока питания	180 мА		280 мА		400 мА

Рассмотрим ПЛК фирмы «ОВЕН», цена которого составляет 20000 рублей.

ОВЕН ПЛК150 – моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации малых систем. Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК150 предназначен для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в различных областях промышленности, жилищного, коммунального и сельского хозяйства.

Таблица 6 – технические данные ОВЕН ПЛК150

Параметры	Характеристики
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания, В	90-264
Потребляемая мощность, Вт	6
Индикация передней панели	1 Индикатор питания, 6 индикаторов состояний дискретных входов 4 индикатора состояний входа 1 индикатор работы программы пользователя 1 индикатор наличия связи с CODESYS
Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN рейку

Выбираем контроллер фирмы «ЭЛСИ-ТМ». Он подходит для реализации АСУ, так как за наименьшую стоимость имеет необходимые характеристики [9]. Выбранный ПЛК имеет 8 аналоговых входов, для реализации автоматической системы регулирования расхода топлива необходимо 3 аналоговых входа в контроллер.

5.3 Выбор исполнительного механизма

Исполнительный механизм - устройство в системе автоматического регулирования и управления, непосредственно осуществляющее механическое перемещение регулирующего органа объекта управления. По

типу привода различают гидравлический, пневматический, электрический и комбинированный исполнительный механизм.

Выбираем ИМ типа МЭО-250/25-0,25-Р-99. Данный исполнительный механизм снабжен датчиком положения выходного вала и функцией ручного управления. Питание данного исполнительного механизма осуществляется от сети переменного тока 220 В. Потребляемая мощность 240 Вт [10]. Цена составляет 19000 рублей.

5.4 Выбор блока управления исполнительным механизмом

В качестве блока управления исполнительным механизмом будем использовать интеллектуальный блок серии БУЭР1-30-02, выполняющий пуск, реверс и останов однофазных электродвигателей.

Режим работы – повторно-кратковременный с продолжительностью включения до 25%. Блок управления содержит микропроцессорное устройство, два приемо-передатчика интерфейсного канала RS – 485 и преобразователь питания, что обеспечивает:

- резервирование цифрового канала;
- прием команд управления исполнительным механизмом;
- формирование управляющих импульсов;
- передачу по цифровому каналу значения сигнала датчика положения механизма;
- диагностику работоспособности блоков управления и исполнительного механизма.

Для обмена по каналу RS-485 используется протокол Modbus.

Настройка интеллектуального блока осуществляется при помощи переносного пульта ПК – 302.

5.5 Выбор датчиков температуры

Для измерения температуры газа после газификации в шахте, используются как термопреобразователи сопротивления, так и термоэлектрические преобразователи. Компания «Метран» представляет

большой выбор датчиков для измерения температуры. Рассмотрим некоторые из них.

1) Интеллектуальный преобразователь температуры Метран-281

Конструктивно ИПТ Метран 281 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя, встроенного в корпус соединительной головки. Электронный преобразователь преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4...20 мА.

Таблица 7 – Основные технические характеристики интеллектуального преобразователя температуры Метран–281

Наименование характеристик	ИПТ Метран-281
Диапазон измеряемых температур, °С	От -50 до +100
Предел допускаемой основной приведенной погрешности	0,4%
Номинальная статистическая характеристика	К
Степень защиты	IP65

2) Термопары предназначены для измерения температуры разных сред, которые не вступают в химическую реакцию с защитным корпусом преобразователя. Рассмотрим несколько модификаций и область их применения:

ТП-1388 – служит для измерения температуры при переработке резиновых смесей и пластических масс, газообразных, твердых и жидких тел;

ТП-2088 – служит для измерения температуры газообразных, твердых и жидких тел. Чувствительный элемент – КТМС-кабель. Применяется в различных отраслях промышленности;

ТП-2388 – служит для измерения температуры газообразных, твердых и жидких тел. Применяется в различных отраслях промышленности.

Метрологические характеристики представленных модификаций приведены в таблице 1.2.

Таблица 8 – Номинальная статическая характеристика (НСХ) и класс допуска

НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, °С
ХА (К)	1	–40...+1000
	2	–40...+1200
ХК (L)	2	–40...+600
ХКн (Е)	1	–40...+600
	2	–40...+600

Выбираем ИПТ Метран 281 с НСХ ХА(К). Она имеет широкий диапазон измерения, который подходит для данной установки и встроенный электронный преобразователь.

5.6 Выбор технических средств измерения расхода топлива

Расходомер — прибор, измеряющий массовый или объёмный расход вещества, проходящее через данное сечение потока в единицу времени, например, сечение трубопровода.

Для измерения количества подаваемого топлива в шахту необходимо установить расходомер в магистрали подачи топлива. Датчики расхода работают по разному принципу и имеют разные характеристики. Рассмотрим 3 расходомера, работающих по разному принципу:

- электромагнитный расходомер фирмы «Endress+Hauser» типа Promag 53P;

Технические характеристики электромагнитного расходомера типа Promag 53P представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические характеристики электромагнитного расходомера типа Promag 53P

Наименование	Значение
Токовый выход	0-20 или 4-20 мА
Импульсный частотный выход	верхнее значение частоты 2...1000 Гц,
Интерфейс	RS-485, MODBUS
Питание	220 В АС или 24 В DC
Нормальные рабочие условия	температура среды: +80 °С
Предел основной приведенной погрешности	±0,5 %
Измерение расхода	до 9600 м ³ /ч

- кориолисовый расходомер фирмы «Endress+Hauser» типа Proline Promass 80F;

Технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Технические характеристики расходомера Proline типа Promass 80F

Наименование	Значение
Токовый выход	4-20 мА
Питание	220 АС или 24 DC
Диапазон измерения	до 3200 т/ч
Предел основной приведенной погрешности	±0,35 %
Рабочая температура	минус 50 до плюс 350 °С
Интерфейс	RS-485

- ультразвуковой расходомер фирмы «Эй-Си Электроник» типа US800.

Технические характеристики ультразвукового расходомера типа US-800 представлены в таблице 11 [11].

Таблица 11 - Технические характеристики ультразвукового расходомера фирмы «Эй-Си Электроник» типа US-800

Наименование	Значение
Токовый выход	4-20 мА
Интерфейс	RS-485
Питание	24 В
Потребляемая мощность	17 Вт
Рабочие условия	-40...+180 °С
Предел основной приведенной погрешности	±1 %
Измерение расхода	до 6500 м ³ /ч

Проведя анализ технических характеристик преобразователей расхода делаем вывод о том, что расходомер фирмы Эй-Си Электроник типа US800 подходит для нашей системы по диапазону рабочих температур и классу точности. Цена данного расходомера составляет 42500 руб.

5.7 Выбор лазера

Лазер — это устройство, которое преобразует энергию накачки (тепловую, химическую, световую, электрическую и др.) в энергию монохроматического, когерентного, поляризованного и узконаправленного потока излучения.

Выбираем лазер SSP-SLM-360-FN – DPSS, технические характеристики которого представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики лазера SSP-SLM-360-FN

Длина волны	360 нм
Режим работы	Непрерывный
Выходная мощность	1-20 мВт
Рабочий диапазон температур	15-35 °С
Время прогрева	<10 мин
Диаметр пучка	1,5 мм

6 Проектирование принципиальной электрической схемы

Принципиальная электрическая схема предназначена для — отображения взаимной связи средств автоматизации, отдельных приборов и вспомогательной аппаратуры, которые входят в состав функциональных узлов систем автоматизации, а также принципа действия и последовательности их работы. Принципиальная электрическая необходима при производстве наладочных работ и в эксплуатации схема, она отражает действие системы автоматизации. Также она является основанием для разработки других документов проекта: таблиц щитов и пультов, монтажных схем, схем соединения внешних проводок и подключения и т. д.

Принципиально электрическая схема разрабатывается в следующей последовательности:

- составляются технические требования на основании ФС;
- по составленным требованиям устанавливают последовательность действия и условия схемы;
- в виде тех или иных элементарных цепей изображаются каждое из заданных условий действия схемы;
- элементарные цепи объединяются в общую схему;
- производится выбор аппаратуры и электрический расчет параметров отдельных элементов;
- проверка схемы на возможности возникновения ложных цепей или ее неправильной работы при повреждениях элементарных цепей или контактов;
- рассматриваются возможные варианты решения и принимается окончательная схема применительно к уже имеющейся аппаратуре.

В условном виде на принципиальной электрической схеме показаны аппараты, приборы, линии связи между отдельными элементами, блоками и модулями этих устройств.

В принципиальной электрической схеме изображены последовательно друг за другом по прямой условные графические обозначения составных

частей электрических аппаратов и систем автоматизации входящих в одну цепь, а отдельные цепи – одну под другой, образуя параллельные строки. Также допускается и вертикальное расположение строк.

Показывают полностью линии связи между аппаратами, но в отдельных случаях, они могут быть оборваны, чтобы не усложнять схему. Обрывы линий при этом заканчиваются стрелками.

В данном разделе была разработана схема электрическая принципиальная АСУ газификации, которая приведена на листе с шифром ФЮРА.421000.03 ЭЗ.

Для обозначения участков цепей принципиальных электрических схем применяются арабские цифры одного размера. Последовательность обозначений сверху вниз в направлении слева направо. В данной схеме для цепей управления, регулирования и измерения используется группа чисел 1 - 100, для цепей питания 101 - 200.

Электропитание всех технических средств осуществляется от распределительного щита питания переменным напряжением 220 В, 50 Гц.

Интеллектуальный преобразователь температуры В2 [4], газоанализатор В3 [6], ультразвуковой расходомер В1 преобразуют измеряемые величины в унифицированные токовые сигналы 4 – 20 мА [15], которые поступают на соответствующие входы контроллера А2, подключения средств измерения осуществлено в соответствии с требованием производителя [14]. Подключение ИПТ В2, а также расходомера В1, производится с помощью прецизионных R2, R3, сопротивление которых 500 Ом.

Контроллер А2 обрабатывает информацию, полученную с датчиков В1 – В3. На основе программно заданных алгоритмов формирует управляющий сигнал, который передается на блок управления А1 посредством цифрового интерфейса RS-485. Причем, для согласования линии используют терминальный (концевой) резистор R1. Для систем промышленной автоматики сопротивление согласующего резистора

выбирается равным 120 Ом, мощность - 0,25 Вт [17]. Резистор ставят на конце или вначале линии.

В соответствии с сигналами управления силовые ключи блока управления A1 коммутируют цепи нагрузки обмотки электродвигателя исполнительного механизма M1 [10], обеспечивая его вращение в соответствующем направлении.

Сигнал обратной связи о положении регулирующего органа микроконтроллер A2 получает с исполнительного механизма, который подключен непосредственно к контроллеру A2 по трехпроводной схеме.

7 Проектирование монтажной схемы

Разработку монтажной схемы произведем в два этапа. На первом этапе рассмотрим схему подключения внешних проводок. На втором этапе рассмотрим монтажную схему электрических проводок щита.

На данной схеме в верхней части чертежа изображена таблица, отражающая наименования измеряемых параметров, места отбора информационного сигнала, измеряемых сред.

В виде прямоугольников изображены исполнительный механизм МЭО-250 и пусковое устройство БУЭР1-30-02, внутри которых указаны номера зажимов и показаны соединения между ними [16]. В нижней части чертежа изображен щит контроля и управления в виде прямоугольника, внутри которого показана сборка зажимов, и подключение жил кабелей к клеммам колодки.

На монтажной схеме электрических проводок щита в виде прямоугольников упрощенно изображены устройства. Горизонтальной чертой разделены окружности, расположенные над прямоугольниками. Цифры, расположенные в верхней части окружности, указывают порядковый номер изделия на щите. Согласно функциональной схеме АСУ газификации в нижней части записаны все позиционные обозначения. Сборки зажимов также изображены на чертеже. Над линиями, приходящими к зажимам, указаны маркировки участков цепей в соответствии с принципиальной схемой АСУ.

Монтажная схема представлена на листе ФЮРА.421000.003 С4.

Для монтажной схемы внешних электрических и трубных проводок выберем соответствующие провода и кабели. Электропроводки в системах автоматизации выполняют изолированными проводами и кабелями [3].

Минимально допустимые сечения жил проводов и кабелей электропроводок АСУ ТП применяются:

— в цепях напряжением 60 В и ниже для медных проводников – не менее 0,2 мм² (диаметр 0,5 мм) и 2,5 мм² (диаметр 1,78 мм) для алюминиевых проводников;

– в цепях с напряжением выше 60 В для медных проводников не менее 1 мм² (диаметр 1,13 мм) – и 2,5 мм² – для алюминиевых проводников.

Термопреобразователь сопротивления, расходомер и газоанализатор подключаются сначала к соединительным коробкам КСК-14 и КСК-12 с помощью кабелей КРВГ 4×1, а далее собираются в единые кабели КРВБГ 12×1 и КРВБГ 10×1 соответственно, которые уже подключаются в щит автоматизации.

Выбор марок проводов и кабелей для электропроводки АСУ проводим в соответствии с рекомендациями [3]. Характеристики кабелей и выбранных проводов представлены в таблице 12 [20].

Таблица 13 – Характеристики проводов и кабелей электропроводки АСУ

№ линии	Марка	Кол- во жил	Номинальное сечение, мм ²	Диаметр, мм
4, 5, 9, 10, 11, 12	АКРВБГ	4	2,5	15,51
1, 2, 3, 6, 7, 8	КРВГ	4	1	10,54
9, 14, 15	КИПЭВ/КВВГ	2	0,6	9,2

8 Разработка чертежа общего вида щитовой конструкции

Щит системы автоматизации предназначен для расположения на нем средств контроля и управления технологическими процессами, сигнальных устройств, контрольно-измерительных приборов, автоматического регулирования, аппаратуры защиты, блокировки, управления, линий связи между ними и т.п.

При выборе щитов необходимо учитывать следующие требования:

- место установки с учетом условий и габаритов помещения, в котором предусматривается эксплуатация щитов, а также назначение щита;
- размеры средств автоматизации на внутренностях щита и лицевых панелях, а также их количество;
- удобство монтажа аппаратуры и обслуживания в условиях эксплуатации;
- правила техники безопасности для обслуживания щитов, установленных в производственных и специальных помещениях [19].

Опираясь на особенности конструкции, рассматривают несколько типов щитов: шкафные щиты с задней и передней дверью; щиты шкафные с задними дверьми одиночные, двухсекционные и трехсекционные; панельные щиты с каркасом [19]. Выбираем щит типа: шкафной одиночный с задней дверью исполнение I с шириной равной 600 мм (ЩШ-ЗД-I-600×600-УЛХ4-IP30 ОСТ 36.13–76). Выбран щит этого типа, потому что не требуется строгого функционального разделения.

На листе ФЮРА.421000.003 СБ представлен общий вид щита автоматизации.

9 Расчет оптимальных параметров настройки регулятора

9.1 Идентификация объекта управления

Под идентификацией системы понимают совокупность методов, которые служат для того, чтобы по данным наблюдений построить математическую модель динамической системы. Математическая модель в данном контексте означает математическое описание поведения какой-либо системы или процесса в частотной или временной области. Существует пассивная и активная идентификации. В инженерной практике применяют активную идентификацию (на объект подается специализированное входное воздействие и по реакции объекта при обработке результатов получают математическую модель).

В данной работе для получения кривой разгона была использована динамическая модель изменения расхода фильтр-кек. Кривая разгона приведена на рисунке 7.

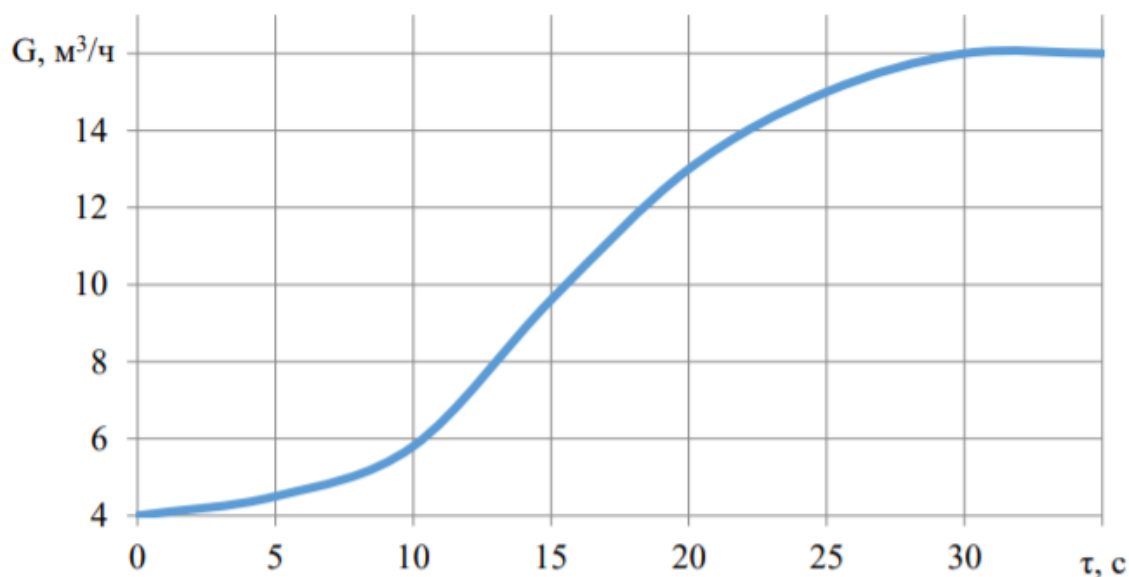


Рисунок 7 – Кривая разгона объекта управления, где τ – время,

G – расход

На полученной переходной характеристике определяем динамические параметры объекта, такие как: постоянная времени T ; запаздывание t , коэффициент передачи K .

Передаточная функция для кривой представляет собой апериодическое звено с запаздыванием:

$$W(P) = \frac{k}{(TP+1)} e^{-P\tau}, \quad (9.1)$$

где k – коэффициент усиления;

P – оператор Лапласа;

τ – время запаздывания;

T – постоянная времени.

Решение уравнения 5 при нулевых начальных условиях представляет собой:

$$\begin{cases} h(t) = 0 & 0 \leq t \leq \tau, \\ h(t) = h(\infty) \left[1 - e^{-\frac{t-\tau}{T}} \right] & t > \tau. \end{cases} \quad (9.2)$$

Получаем два неизвестных значения времени запаздывания τ и постоянную времени T .

Получаем два неизвестных значения время запаздывания τ и постоянную времени T . Коэффициент усиления $k = \frac{h(T_y)}{A}$, где A – выходное воздействие; при единичном воздействии $k = h(T_y)$. Время чистого запаздывания заранее выделяется из $h(t)$. На кривой разгона строим две точки A и B . Точка A определяется как $0,33 k$, а точка B имеет ординату $0,7 k$.

Постоянная времени T и время запаздывания τ определяются по формулам:

$$T = -\frac{t_A - \tau}{\ln(1 - h_A)}, \quad (9.3)$$

$$\tau = \frac{t_B \ln(1 - h_A) - t_A \ln(1 - h_B)}{\ln(1 - h_A) - \ln(1 - h_B)}, \quad (9.4)$$

где t_A и t_B – значение времени при соответствующих точках на кривой;

h_A и h_B – значение ординат при точках A и B .

Определяем расположение на кривой точек A и B и находим необходимые неизвестные параметры.

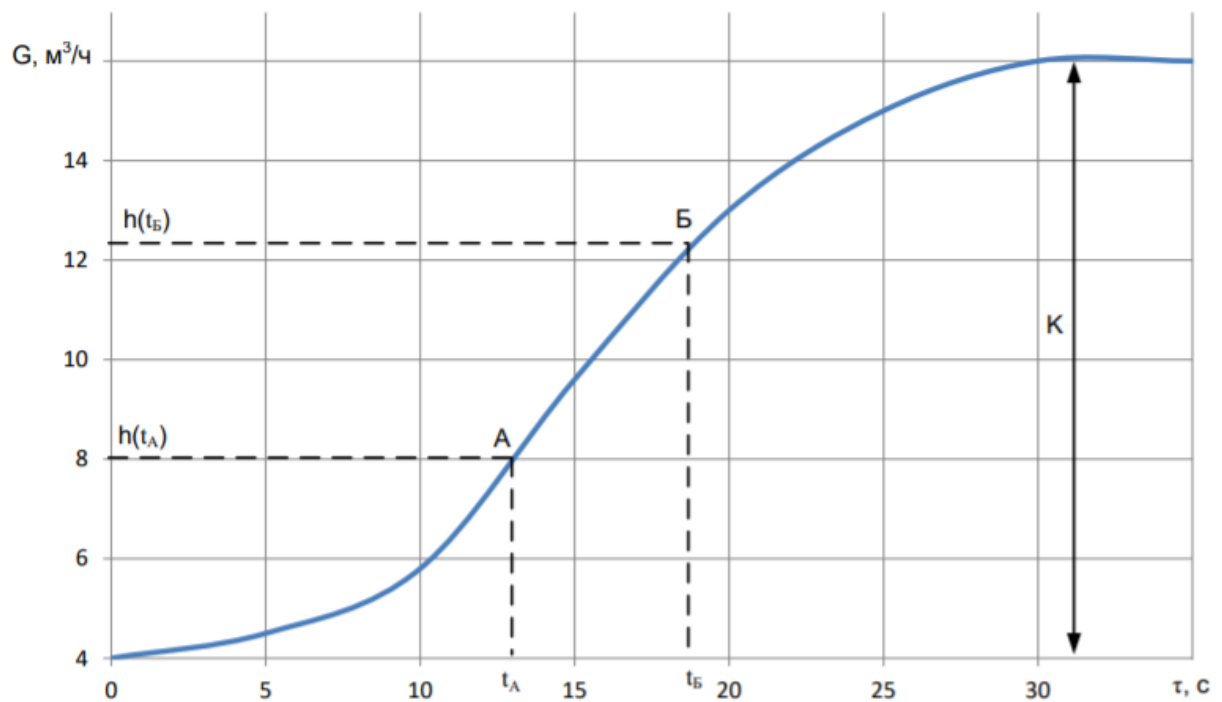


Рисунок 8 – Определение точек на кривой разгона для расчета параметров регулятора

Для наглядности и точности производится аппроксимация кривой по методу Орманна. Определяется время t_B по нормированной переходной функции $H(t)$, которое является корнем уравнения $h(t_B)$ и время t_A и $h(t_A)$. Затем вычисляются постоянная времени T и время запаздывания τ :

$$\tau = 0,5(3t_A - t_B), \quad (9.5)$$

$$T = \frac{t_B - \tau}{1.2} = 1,25(t_B - t_A). \quad (9.6)$$

Определяем значения по кривой разгона:

$$\tau = 0,5(3 \cdot 13 - 19) = 10 \text{ с}, \quad (9.7)$$

$$T = 1,25(17 - 8) = 11,25 \text{ с}. \quad (9.8)$$

Передаточная функция имеет вид:

$$W(P) = \frac{12}{(7,5 P + 1)} e^{-10P}. \quad (9.9)$$

9.2 Расчет параметра настройки регулятора

Структурная схема системы регулирования, имеет вид:

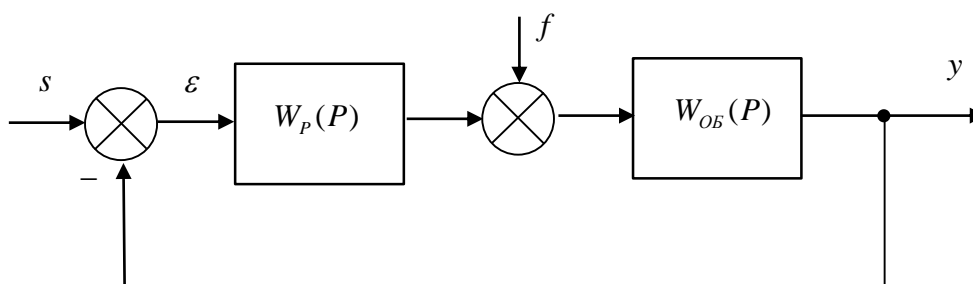


Рисунок 9 – Структурная схема заданной системы регулирования

Для данной системы регулирования степень затухания переходного процесса $\psi = 0,75$ (из исходных данных).

Определяем значение заданной степени колебательности из выражения:

$$m = -\frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \ln(1 - \psi) = 0,221, \quad (9.10)$$

где ψ - степень затухания переходных процессов в заданной системе регулирования.

Передаточная функция объекта регулирования описывается формулой:

$$W(P) = \frac{12}{(7,5P+1)} e^{-10P}. \quad (9.11)$$

Полученные расширенные частотные характеристики объекта представлены в таблице 13 в виде листинга расчета. Полученные значения представлены для диапазона частот от 0,0001 до 0,34 с⁻¹, с шагом по частоте в 0,02 с⁻¹.

Таблица 13- Расширенные частотные характеристики объекта

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\text{Re}_{об}(m, \omega)$	$\text{Im}_{об}(m, \omega)$	$A_{об}(m, \omega)$
0,00	12,005	-0,021	12,005
0,02	12,024	-4,443	12,819
0,04	10,143	-8,703	13,365
0,06	6,654	-11,871	13,609
0,08	2,307	-13,383	13,580
0,10	-0,062	-13,189	13,349
0,12	-5,828	-11,614	12,994
0,14	-8,667	-9,121	12,582

Продолжение таблицы 13

0,16	-10,493	-6,146	12,160
0,18	-11,359	-3,030	11,756
0,20	-11,385	-0,018	11,385
0,22	-10,711	2,726	11,052
0,24	-9,479	5,093	10,760
0,26	-7,823	7,016	10,508
0,28	-5,386	8,457	10,293
0,30	-3,727	9,401	10,112
0,32	-1,506	9,848	9,963
0,34	0,699	9,817	9,842

Параметры настройки ПИ-регулятора рассчитываются как:

$$\frac{K_P}{T_u} = - \frac{\omega \cdot (m^2 + 1) \cdot \text{Im}_{06}(m, \omega)}{A_{06}^2(m, \omega)}, \quad (9.12)$$

$$K_P = - \frac{m \cdot \text{Im}_{06}(m, \omega) + \text{Re}_{06}(m, \omega)}{A_{06}^2(m, \omega)}, \quad (9.13)$$

где T_u – постоянная интегрирования регулятора,

K_P – коэффициент передачи регулятора.

Для нахождения значения параметров использовался диапазон значения частот от 0 до 0,34 с⁻¹, с шагом по частоте в 0,02 с⁻¹. Полученные значения представлены в таблице 14 в виде листинга расчета.

Таблица 14 – Значение параметров ПИ – регулятора

$\omega, \text{с}^{-1}$	K_P	$\frac{K_P}{T_u}$
0,00	-0.08327	0,000000015
0,02	-0.0672	0,00056713
0,04	-0.04602	0,00203892
0,06	-0,02176	0,00402029
0,08	0,00353	0,00606603
0,10	0,02793	0,0077319
0,12	0,04972	0,00862125
0,14	0,06748	0,00842386
0,16	0,08014	0,00694466
0,18	0,08703	0,0041211
0,20	0,08787	0,00002849

Продолжение таблицы 14

$\omega, \text{с}^{-1}$	K_p	$\frac{K_p}{T_u}$
0,22	0,08275	-0,0051264
0,24	0,07214	-0,01102187
0,26	0,0568	-0,01724699
0,28	0,03774	-0,02333334
0,30	0,01613	-0,0287909
0,32	-0,00676	-0,03314479
0,34	-0,02962	-0,03597189

Для удобства и визуализации строится зависимость от полученных параметров, представленная на рисунке 10. Полученная кривая на рисунке, является линией для степени затухания равной 0,9. Все значения параметров настройки, которые будут лежать на этой кривой, будут обеспечивать заданную степень затухания.

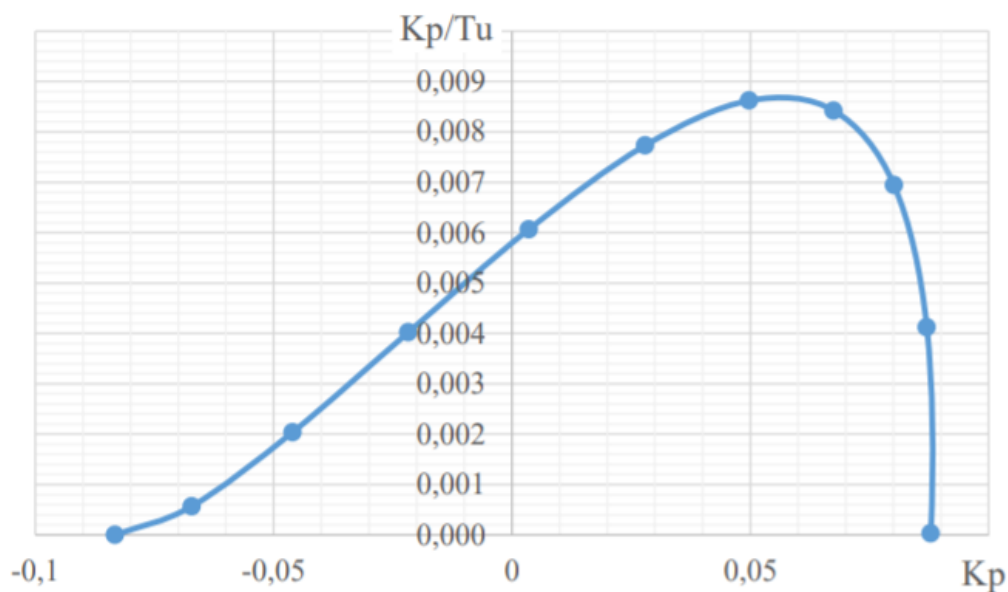


Рисунок 10 – Параметры настройки ПИ-регулятора

В качестве критерия качества используется первая интегральная оценка. Минимальное значение этой оценки соответствует точке с максимальным значением отношения K_p/T_u на линии заданного запаса устойчивости.

Из таблицы 18 определяем:

$$\max \left(\frac{K_p}{T_u} \right) = 0,00862125, \quad K_p = 0,04972, \quad \text{резонансная частота } \omega = 0,120 \text{ с}^{-1}.$$

Определяем значение постоянной интегрирования:

$$T_u = \frac{K_P}{K_P/T_u} = 5,7 \text{ с.} \quad (9.14)$$

Произведем оценку качества переходного процесса в замкнутой системе при возмущении, которое идет по каналу регулирующего воздействия.

Передаточная функция будет иметь вид:

$$W(P) = \frac{W_{об}(P) \cdot W_p(P)}{1 + W_{об}(P) \cdot W_p(P)}, \quad (9.15)$$

где $W_p(P)$ – передаточная функция регулятора;

$W_{об}(P)$ – передаточная функция объекта.

Переходный процесс идущий в замкнутой системе по каналу задающего воздействия рассчитывается по методу трапеций. Чтобы рассчитать переходный процесс, необходимо определить вещественную частотную характеристику системы. На рисунке 11 представлен график вещественной частотной характеристики.

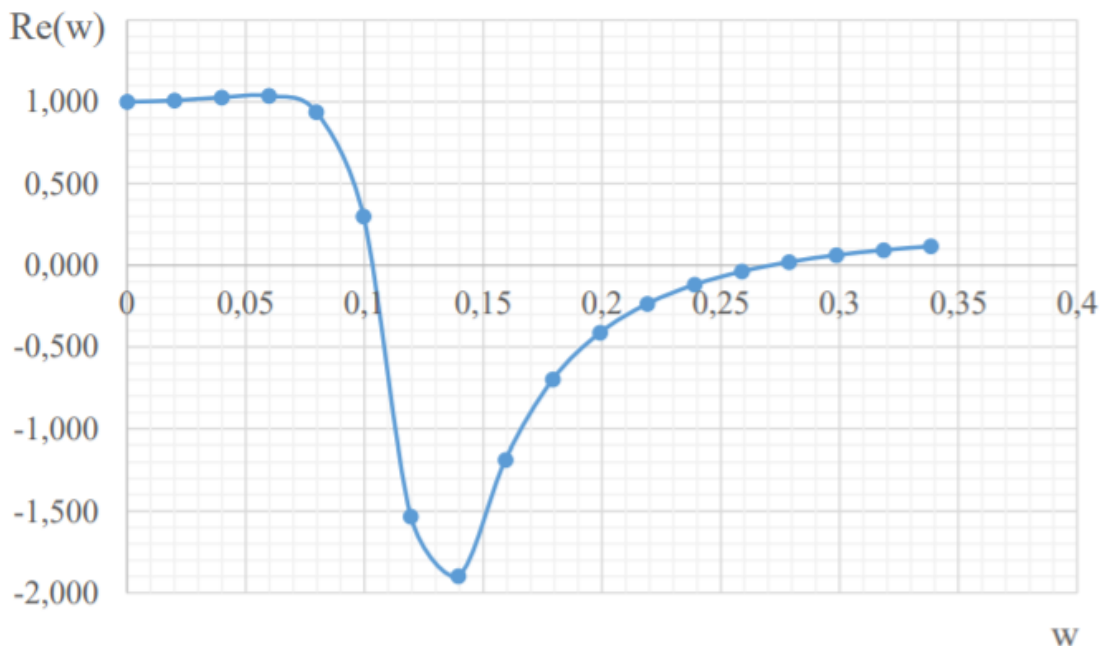


Рисунок 11 – Графическое представление вещественной частотной характеристики системы

Переходная характеристика системы связана с вещественной частотной характеристикой системы выражением:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{Re(\omega)}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d\omega, \quad (9.16)$$

где $Re(\omega)$ – вещественная частотная характеристика системы;

ω - частота;

t – продолжительность переходного процесса системы.

Для достижения точности в расчете в качестве верхнего предела интеграла применяется не бесконечность, а значение при котором значение вещественной частотной характеристики системы стремится к 0. Из рисунка 11 определяем это значение.

Конечный вид уравнения для определения переходного процесса системы имеет вид:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{Re(\omega)}{\omega} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d\omega. \quad (9.17)$$

На рисунке 12 представлен переходный процесс замкнутой системы по каналу задающего воздействия. С помощью этого переходного процесса была произведена оценка качества регулирования. Данная оценка позволит сделать вывод о том, насколько система удовлетворяет предъявленным требованиям, при предъявленных к системе ограничениях.

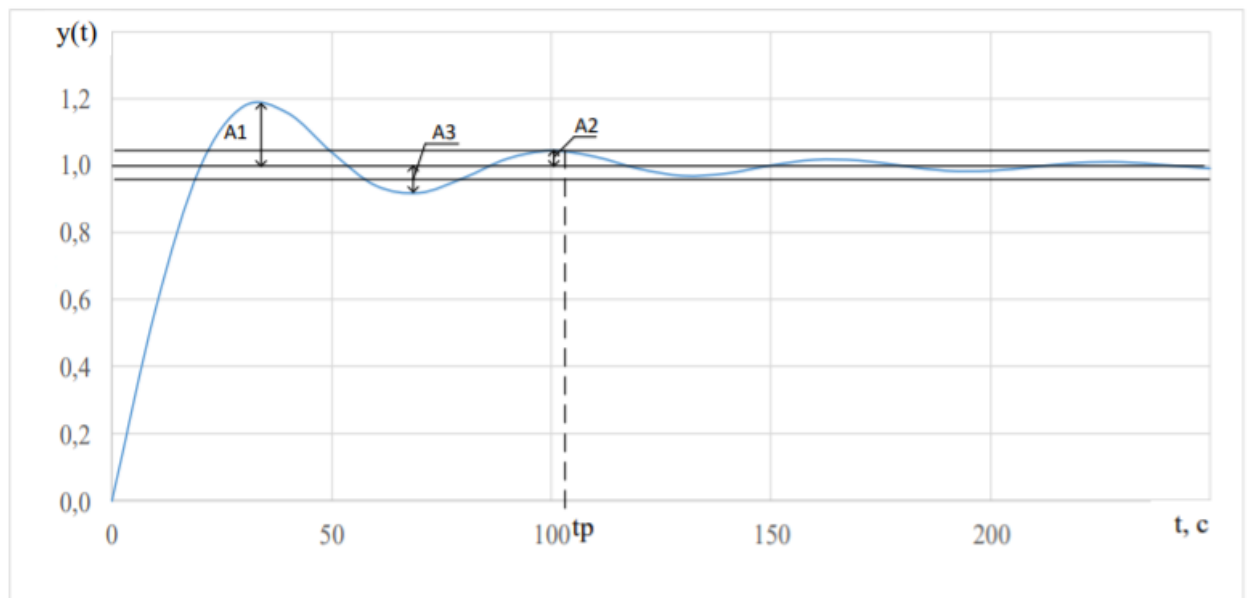


Рисунок 12 – Переходный процесс в системе по каналу задающего воздействия

Используя график определяются прямые оценки качества:

а) максимальная динамическая ошибка: $A_1=0,02$;

б) перерегулирование: $\sigma = \frac{A_3}{A_1} \cdot 100\% = \frac{0,08}{1} \cdot 100\% = 8\%$,

где $A_3 = 0,08$ – первое минимальное отклонение регулируемой величины;

в) динамический коэффициент регулирования R_d :

$$R_d = \frac{A_1 + y(\infty)}{K_{об}} \cdot 100\% = \frac{0,2 + 1}{12} \cdot 100\% = 10\%$$

где $K_{об} = 12$ – коэффициент передачи объекта;

г) степень затухания переходного процесса: $\psi = 1 - \frac{A_2}{A_1} = 1 - \frac{0,4}{0,2} = 0,8$,

где $A_2 = 0,07$ - второй максимальный выброс регулируемой величины;

д) статическая ошибка: $\varepsilon_{ст} = S - y(\infty) = 1 - 1 = 0$;

е) время регулирования: $t_p = 107$ с.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4В	Белоногов Максим Владимирович

Подразделение	ИШЭ	Отделение	НОЦ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Цена 1 т каменного угля составляет 2900 руб. Цена 1 т бурого угля составляет 2400руб. Цена 1 т ОВУТ составляет 1800 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисление в социальные фонды 30 % от ФЗП

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Планирование работ и временная оценка их выполнения
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Смета затрат на проект
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Смета затрат на оборудование Оценка экономической эффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший Преподаватель	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Белоногов Максим Владимирович		

10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Темой дипломной работы является газификация фильтрованных кеков при нагреве лазерным излучением, анализ необходимого оборудования и выявление наиболее оптимального варианта для осуществления проекта.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности дипломной работы.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением следующих задач:

- планирование работ и оценка времени на их выполнение;
- смета затрат на проект;
- смета затрат на оборудование и на монтажные работы;
- анализ полученных результатов.

С учетом решения данных задач была сформирована структура и содержание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

10.1 Планирование работ и оценка времени выполнения

Для оценки времени выполнения проекта необходимо составить перечень всех выполняемых работ и время, затраченное на выполнения работ.

В таблице А представлены все виды выполняемых работ и время, затраченное на их выполнение.

Таблица 15 – Перечень работ и оценка их выполнения

Наименование работ	Количество исполнителей	Продолжительность, дней
Получение задания	Инженер	1
	Научный руководитель	
Обзор литературы, связанной с газификацией топлива	Инженер	15
Проектирование макета установки для впрыска суспензии в ограниченный объем	Инженер	2
Закупка материалов, необходимых для сбора экспериментальной установки	Инженер	1
Сборка установки и настройка системы	Инженер	3
Проведение экспериментальных исследований, направленных на изучение выделяемых газов и их объема	Инженер	30
Анализ результатов исследования	Инженер	4
Разработка структурной, функциональной схем, выбор оборудования	Инженер	6
Разработка принципиальной электрической схемы	Инженер	5
Разработка монтажной схемы и щита управления	Инженер	4
Разработка схемы взаимодействия уровней управления	Инженер	1

Продолжение таблицы 15

Проектирование мнемосхемы	Инженер	4
Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Инженер	3
Написание раздела «Социальная ответственность»	Инженер	6
Оформление пояснительной записки ВКР	Инженер	6
Консультация	Инженер	8
	Научный руководитель	
Итого	Инженер	99
	Научный руководитель	9

10.2 Смета затрат на проект

Совокупность затрат на проект определяется по следующей формуле в рублях:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{з/пл}} + K_{\text{с.о}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{накл}}, \quad (22)$$

где $K_{\text{мат}}$ - материальные затраты;

$K_{\text{ам}}$ -амортизация компьютерной техники;

$K_{\text{з/пл}}$ - затраты на заработную плату;

$K_{\text{с.о}}$ - затраты на социальные нужды;

$K_{\text{пр}}$ - прочие затраты;

$K_{\text{накл}}$ - накладные расходы.

10.2.1 Под материальными затратами понимаются денежные средства, потраченные на покупку материалов для создания экспериментальной установки. Величину этих затрат принимаем 12000 руб.

10.2.2 Амортизация компьютерной техники рассчитывается в рублях в год как:

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.кт}}{T_{кал}} \cdot C_{кт} \cdot \frac{1}{T_{сл}}, \quad (10.1)$$

где $T_{исп.кт}$ - время использования компьютерной техники;

$T_{кал}$ - календарное время;

$C_{кт}$ - цена компьютерной техники;

$T_{сл}$ - срок службы компьютерной техники.

$$K_{ам} = \frac{99}{365} \cdot 30000 \cdot \frac{1}{5} = 1627,39 \quad (10.2)$$

10.2.3 Затраты на заработную плату рассчитываются в рублях как:

$$K_{з/пл} = 3П_{инж}^{\phi} + 3П_{нр}^{\phi}, \quad (10.3)$$

где $3П_{инж}^{\phi}$ - фактическая заработная плата инженера;

$3П_{нр}^{\phi}$ - заработная плата научного руководителя.

Месячный оклад в рублях:

$$3П_{инж}^м = 3П_0 + K_1 + K_2 = 12000 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 17160; \quad (10.4)$$

$$3П_{нр}^м = 3П_0 + K_1 + K_2 = 21000 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 30030; \quad (10.5)$$

где $3П_{инж}^м$ - месячная заработная плата инженера;

$3П_{нр}^м$ - месячная заработная плата научного руководителя;

$3П_0$ - месячный оклад (инженер 12000, научный руководитель 21000 рублей);

K_1 - коэффициент учитывающий отпуск, равен 1,1 (10%);

K_2 - районный коэффициент, равен 1,3 (10%).

Фактическая заработная плата в рублях:

$$3П_{\phi} = \frac{3П_{мес}}{21} n^{\phi}, \quad (10.6)$$

где $3П_{мес}$ - месячная заработная плата;

21 - среднее число рабочих дней в месяце;

n^{ϕ} - фактическое число дней в проекте.

Инженер:

$$3П_{инж}^{\phi} = \frac{12000}{21} \cdot 99 = 56571 \text{ руб.}$$

Научный руководитель:

$$3П_{нр}^{\phi} = \frac{21000}{21} \cdot 9 = 9000 \text{ руб.}$$

$$K_{з/пл} = 56571 + 9000 = 65571 \text{ руб.}$$

10.2.4 Затраты на социальные нужды принимаются как 30 % от затрат на заработную плату.

$$K_{с/н} = K_{з/пл} \cdot 0.3 \quad (10.7)$$

$$K_{с/н} = 65571 \cdot 0.3 = 19671.3 \text{ руб.}$$

10.2.5 Прочие затраты принимаются как 10 % от суммы материальных затрат, амортизационных отчислений, затрат на заработную плату и затрат на социальные нужды.

$$K_{пр} = (K_{мат} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{с/н}) \cdot 0,1 \quad (10.8)$$

$$K_{пр} = (12000 + 1627.39 + 65571 + 19671.3) \cdot 0,1 = 9886.96$$

10.2.6 Накладные расходы принимаются в размере 200 % от затрат на заработную плату.

$$K_{накл} = K_{з/пл} \cdot 2 \quad (10.9)$$

$$K_{накл} = 65571 \cdot 2 = 131142$$

В таблице 1 представлена смета затрат на проект.

Таблица 16 - Смета затрат на проект

Элементы затрат	Стоимость, руб
1. Материальные затраты	12000
2. Амортизация компьютерной техники	1627.39
3. Затраты на заработную плату	65571
4. Затраты на социальные нужды	19671.3
5. Прочие затраты	9886.96
6. Накладные расходы	131142
Итого	239898,65

10.3 Смета затрат на оборудование и монтажные работы

В таблице 2 представлен перечень используемого оборудования в проекте и его стоимость.

Таблица 17 - Затраты на оборудование

Наименование	Стоимость, руб
1. Газоанализатор	150000
2. Программируемы логический контроллер	15000
3. Исполнительный механизм	19000
4. Блок ручного управления	3304
5. Термометр	7000
6. Расходомер	42500
7. Кабель КВВГ 2х0,6	4000
8. Кабель АКРВБГ 4х2,5	4000
9. Компьютер	30000
Итого	274804

Затраты на монтажные работы, транспортировку и демонтаж оборудования в рублях составляют 20% от суммы затрат на технические средства:

$$I_{\text{монт}} = 0,2 \cdot I_{\text{обор}} \quad (10.10)$$

где $I_{\text{обор}}$ - затраты на оборудование.

$$I_{\text{монт}} = 0,2 \cdot 274804 = 54960.8$$

Суммарные затраты на оборудование, монтажные работы и транспортировку:

$$I_{\text{итог}} = I_{\text{обор}} + I_{\text{монт}} = 274804 + 54960.8 = 329764.8 \text{ руб.} \quad (10.11)$$

10.4 Определение экономической эффективности проекта

Экономическая эффективность определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = I_{\text{до}} - I_{\text{после}}, \quad (10.12)$$

где $I_{\text{до}}$ – издержки производства тепловой энергии, при использовании угля;

$I_{\text{после}}$ – издержки производства тепловой энергии, при использовании ВУТ.

$$I_{\text{до}} = B \cdot C, \quad (10.13)$$

$$I_{\text{после}} = B \cdot Ц, \quad (10.14)$$

где B – расход топлива;

$Ц$ – цена топлива за кг.

Для существующих устройств газификации расход твердого топлива составляет 20 т/ч. При переходе на суспензионное топливо, в роли которого предполагается использовать ВУТ, расход составляет 6,5 т/ч. в год, увеличение расхода связано с меньшей калорийностью ВУТ. Цена одного килограмма бурого угля составляет 2,5 руб., ВУТ – 1,8 руб.

$$I_{\text{до}} = 40000 \cdot 2,5 \cdot 8 \cdot 240 = 192000000 \text{ рублей в год,}$$

$$I_{\text{после}} = 6500 \cdot 1,8 \cdot 8 \cdot 240 = 22464000 \text{ рублей в год,}$$

$$\mathcal{E} = 192000000 - 22464000 = 169536000 \text{ рублей в год.}$$

В данном разделе был проведен расчет проекта по использованию на суспензионного топлива для газификации. Для этого были решены следующие задачи:

- составлен перечень работ и произведена оценка времени их выполнения;
- составлена смета затрат на проект;
- составлена смета затрат на оборудование и монтажные работы для реализации проекта;
- определена экономическая эффективность проекта.

Реализация данного проекта потребует больших капиталовложений, которые пойдут на разработку проекта, приобретение технических средств и оборудования и их монтаж, но срок окупаемости проекта очень мал. Использование такого проекта в районной котельной будет являться экономически эффективным, показатель экономической эффективности составил 169536000 рублей в год.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4В	Белоногов Максим Владимирович

Подразделение	ИШЭ	Отделение	НОЦ им. И.Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	Создание автоматизированной системы управления газификации фильтрованных кеков при нагреве лазерным излучением.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.	– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем индивидуальные защитные средства). – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).
2. Экологическая безопасность.	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Василевский Михаил Викторович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4В	Белоногов Максим Владимирович		

11 Социальная ответственность

Целью выпускной квалификационной работы было рассмотрение и изучение автоматизированной системы управления процессом газификации отходов углеобогащения при нагреве лазерным излучением. Автоматизированная система управления одним из наиболее перспективных методов автоматизации каких-либо действий с применением компьютерных технологий и средств автоматического управления. Достоинствами автоматизированной системы являются непрерывная выдача пользователю полного навигационного решения, возможность выдачи информации с высокой частотой, независимость от внешних источников информации.

В ходе работы был разработан метод, позволяющий использовать отходы углерепереработки и нефтепереработки в качестве компонентов топлив и получать синтез газ, с помощью мощного потока лазерного излучения.

Социальная ответственность предприятия – это уровень добровольного отклика на социальные потребности работников, лежащие вне определяемых законом или регулируемыми органами требований, это действия, предпринимаемые во благо общества добровольно. К социальным вопросам на производстве относятся работы по охране труда, окружающей среды и работы в чрезвычайных ситуациях.

Охрана труда — система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, организационно-технические, социально-экономические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Одна из основных задач охраны труда заключается в обеспечении безопасности труда человека, т.е. создание таких условий труда, при которых исключается воздействие на людей опасных вредных производственных факторов.

Соблюдение правил и норм по безопасности жизнедеятельности необходимы для улучшения условий труда, а также позволяют обеспечить широкие возможности для высокой производительности.

Комплекс мероприятий организационного и технического характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве, подразумевается техникой безопасности.

При разработке мер защиты от влияния вредных производственных факторов, необходимо дать описание применяемым мерам защиты с учетом требований нормативных документов.

Процесс изучения автоматической системы и последующей работы с данной системой происходит за рабочим местом: персональным компьютером и щитом автоматизации.

При работе с персональным компьютером и техническими средствами оперативного управления выделяются следующие вредные и опасные факторы:

- электромагнитное излучение;
- воздействие шумов и вибраций;
- метеорологические условия работы в помещениях;
- уровень освещения в помещении;
- возникновения возгораний и пожаров;
- поражение электрическим током.

11.1 Электробезопасность

Электробезопасность — это система мероприятий организационных и технических, в том числе и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрической дуги, электрического тока, статического электричества и электромагнитного поля.

Для обеспечения электробезопасности при работе с компьютером и техническими средствами оперативного управления должен выполняться следующий ряд требований.

Для обеспечения электропитания компьютеров должна быть смонтирована отдельная сеть электроснабжения. Периферийное

оборудование компьютеров должно быть подключено только к линиям электроснабжения компьютерной сети.

Не допускается включение электропотребителей, неотносящихся к компьютерам (настольные лампы, вентиляторы и т. д.) в линии электроснабжения компьютерной сети.

Для обеспечения электропитания щита автоматизации должна быть смонтирована отдельная сеть электроснабжения для зарядки аккумуляторной батареи аппарата.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током все оборудование на рабочем месте должно быть, согласно требованиям ПУЭ, подключено к защитному заземлению, если такое подключение предусмотрено конструкцией оборудования.

Не допускается использование оборудования с открытыми корпусами, если это не является основным режимом работы оборудования.

Обслуживание оборудования рабочих мест должно производиться подготовленным персоналом, имеющим квалификацию инженера (техника), или сторонней специализированной организацией.

Электрические розетки системы электропитания должны располагаться таким образом, чтобы кабели электропитания оборудования, расположенного на рабочем месте, не пересекали рабочее место (были направлены от места расположения пользователя).

11.2 Шум и вибрация

Шумом называют сочетанием звуков различной частоты и интенсивности. Длительное воздействие шума негативно сказывается на здоровье человека. Происходит снижение остроты слуха, повышение артериального давления, следствием чего может быть возникновение сердечнососудистых заболеваний. Так же приводит к понижению внимания и в результате всего перечисленного снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

Основные источники шума в комнатах, где расположено рабочее место, принтеры, множительная техника и оборудование для кондиционирования воздуха и вентиляции помещений, винты турбины, а также трансформаторы.

Для того чтобы снизить уровень шума и вибрации в помещениях вычислительных центров, необходимо вычислительное оборудование и аппараты располагать на амортизирующие прокладки и специальные фундаменты, которые предусмотрены нормативными документами.

На рабочем месте уровень шума не должен достигать 50 дБА. Нормируемый уровень шума обеспечивается путем применения малошумного оборудования, использования звукоизолирующих материалов (специальные перфорированные плиты, минераловатные плиты, панели).

Более того, рекомендуется использовать подвесные акустические потолки. Если уровень шума оборудования превышает нормированное значение, то шумящее оборудование должно находиться вне помещения с вычислительной техникой.

Если в производственных помещениях для работы используются преимущественно персональные компьютеры (диспетчерские, операторские, расчетные и др.), то эти помещения не должны быть рядом с помещениями, в которых превышаются нормируемые значения уровня шума и вибрации.

11.3 Пожарная безопасность

Противопожарная защита — это комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на ограничение распространения пожара, и на его предотвращение, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Система предотвращения пожара и система пожарной защиты обеспечивают пожарную безопасность. В каждом служебном помещении обязательно должен находиться «План эвакуации людей при пожаре», предусматривающий последующие действия персонала в случае

возникновения очага возгорания и указывающий места расположения техники пожаротушения.

Пожары представляют особую опасность, так как несут за собой большие материальные потери.

Горючими компонентами в вычислительных центрах являются: двери, перегородки, полы, изоляция кабелей, строительные материалы для эстетической и акустической отделки помещений и т. д.

Источниками зажигания в вычислительных центрах могут быть электрические схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, в которых в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Очень высокая плотность размещения элементов электронных схем наблюдается в современных ЭВМ. Кабели, соединительные провода, находятся в непосредственной близости друг от друга. Значительное количество теплоты выделяется при протекании по ним электрического тока. При этом возможно оплавление изоляции. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха служат для отвода избыточной теплоты от ЭВМ. Эти системы представляют собой дополнительную пожарную опасность при постоянном действии.

11.4 Метеорологические условия работы в помещениях

Под метеорологическими условиями понимаются температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. Для этих параметров для рабочей зоны устанавливаются оптимальные и допустимые параметры.

На рабочих местах и в помещениях с вычислительной техникой метеорологические условия должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 18 – Микроклимат производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %
Холодный	22...24	До 0,1	40...60
Теплый	23...25	0,1...0,2	40...60

Воздух, который поступает в рабочее помещение операторов ЭВМ, очищается от загрязнений от микроорганизмов и пыли. Патогенной микрофлоры быть не должно.

При кондиционировании воздуха необходимо обеспечить поддержание параметров микроклимата в требуемых пределах в течение каждого сезона года, максимально очистить воздух от пыли и вредных веществ, создать необходимое избыточное давление в чистом помещении для того, чтобы исключить поступление неочищенного воздуха. При этом подаваемый воздух должен иметь температуру не ниже 19 °С.

Температура воздуха в помещении должна регулироваться, учитывая наличие тепловых потоков от различного оборудования. При выборе оборудования предпочтение должно отдаваться оборудованию с меньшей электрической мощностью. Его необходимо устанавливать таким образом, чтобы тепловые потоки от него не были направлены в сторону операторов. Также рекомендуется уменьшать число вычислительных машин в помещении и избегать установки напольных систем отопления.

Пол в помещениях должен обладать ровной, нескользкой поверхностью, удобной для очистки и влажной уборки, без выбоин. Покрытия рабочих столов и пола должны обладать антистатическими свойствами и сохранять их в процессе эксплуатации. В помещениях ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Рациональная организация естественного и искусственного освещения помещения и рабочих мест, т.е. создание оптимальной световой среды, имеет

важное место в комплексе мероприятий по созданию условий труда, работающих с ПЭВМ.

Помещения, предназначенные для размещения рабочих мест пользователей персональных компьютеров, должны иметь искусственное и естественное освещение.

Естественное освещение помещений, предназначенных для размещения рабочих мест, должно осуществляться через световые проемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток.

В случае иной ориентации световых проемов, необходимо предусматривать эффективные средства регулирования интенсивности естественного освещения.

Оконные проемы в помещениях, предназначенных для использования компьютеров, необходимо оборудовать устройствами регулирования интенсивности естественного освещения типа жалюзи, внешних козырьков и др.

Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Для использования в качестве источников местного освещения пригодны светильники, позволяющие избежать возникновения ослепления и бликов (с возможностью регулирования пространственного положения).

Местное освещение на рабочих местах пользователей персональных компьютеров не должно на поверхности экрана создавать бликов и увеличивать освещенность экрана.

При искусственном освещении, в качестве источников света, необходимо применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. В административно-общественных и производственных помещениях, при устройстве отраженного освещения, допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. В том числе допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении рабочих мест. При периметральном расположении рабочих мест линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к пользователю.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях необходимо проводить своевременную чистку стекол и оконных рам, а также светильников не реже чем двух раз в год, заменять перегоревшие лампы.

11.5 Электромагнитное излучение

Повышенный уровень электромагнитных излучений и его оценка проводится при выполнении работ с любым электрическим оборудованием.

Персональный компьютер является источником широкополосных электромагнитных излучений:

- видимого 400..750 нм;
- ближнего 750...2000 нм;
- мягкого рентгеновского;
- ультрафиолетового 200...400 нм;
- радиочастотного диапазона 3кГц;
- электростатических полей.

Персональный компьютер является источником электромагнитных излучений:

- радиочастотного диапазона 2,4 кГц;
- электростатических полей.

Таблица 19 – Требования к показателям электромагнитного поля и ионизирующего излучения персонального компьютера

Параметр	ПДУ
Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения на расстоянии 5 см от монитора	100 мкР/час
Напряженность электрического поля на расстоянии 50 см от монитора в диапазоне частот: 0,005...2 кГц 2...400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
Плотность потока магнитной индукции на расстоянии 50 см от монитора в диапазоне частот: 0,005...2 кГц 2...400 кГц	250 нТл 25 нТл
Эквивалентный поверхностный электростатический потенциал экрана монитора	500 В

Требования к показателям электромагнитного поля и ионизирующего излучения блока ручного управления, ручного задатчика и контроллера такие же, как требования к показателям электромагнитного поля и ионизирующего излучения персонального компьютера, потому что основная работа с аппаратом проводилась в непосредственной близости.

Основную опасность для здоровья пользователя (и находящихся вблизи лиц) представляет электромагнитное излучение в диапазоне 20...400 кГц, создаваемое отклоняющей системой кинескопа и видеомонитора. Многочисленные экспериментальные данные, свидетельствующие о влиянии

ЭМП на живой организм (на молекулярном и клеточном уровне) – нервную, эндокринную, иммунную и кроветворную системы организма.

Низкочастотная составляющая (до 100 Гц) является самой опасной, способствует изменению биохимической реакции крови на клеточном уровне. Приводит к возникновению у человека симптомов раздражительности, нервного напряжения и стресса, вызывает осложнения в течение беременности, способствует нарушению репродуктивной функции и возникновению рака.

Видеомонитор создает вокруг себя ЭМП как высокой, так и низкой частоты, что способствует появлению электростатического поля и ведет к деионизации воздуха, что влияет на развитие клеток тканей организма, увеличивает вероятность возникновения катаракты.

В целях предосторожности следует обязательно использовать защитные экраны, в том числе рекомендуется ограничивать продолжительность работы с экраном ВДТ, не размещать их концентрированно в рабочей зоне и выключать их, при отсутствии работ.

Наряду с этим нужно устанавливать в помещении с ВДТ ионизаторы воздуха, чтобы чаще проветривать помещение и хотя бы один раз в течение рабочей смены очищать экран от пыли.

11.6 Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды на промышленном предприятии может произойти в результате аварии или повреждения оборудования. Изучаемая автоматическая система предназначена для управления запорным устройством клапанного типа, выполняющим регулирование уровня конденсата. Подогреватель низкого давления, оснащенный водоуказательным стеклом, позволяет выявить уровень конденсата, что помогает предотвратить возможные аварии.

На электростанции есть вероятность утечек токсичных веществ, как в окружающую среду, так и внутри самого предприятия. Токсичное вещество может нанести серьезный отравляющий вред персоналу и окружающей среде.

Обладая описанными возможностями, данный аппарат может быть использован на электростанции или другом промышленном предприятии. Использование аппарата позволяет улучшить контроль над технологическим процессом, что сокращает аварии на предприятии. Вследствие этого уменьшаются риски загрязнения окружающей среды, что уменьшает напряженность в ОС.

Каждое предприятие имеет корпоративную и социальную ответственность, а значит обязано следить за экологической ситуацией не только на занимаемой территории, но и в располагающемся городе, а так же во всем мире.

11.7 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

В заключение всего вышеперечисленного хочется отметить основную задачу, поставленную данным разделом – формирование у индивида социальной ответственности перед другими людьми и окружающей его средой обитания, а также необходимости выполнения всех возможных мероприятий, ведущих к улучшению условий окружающего мира.

Преимуществом данной разработки является утилизация отходов после использования угля в качестве топлива. Автоматизированная система уменьшит количество обслуживающего персонала в отличие от привычной котельной. С экологической точки зрения сжигание отходов и дальнейшее получение синтез газа способствует уменьшению количества отходов после сжигания в котлоагрегате.

Как итог проделанной работы по разделу «Социальная ответственность» можно отметить следующее:

- в работе рассмотрена социальная ответственность предприятия (корпоративная социальная ответственность), указаны пагубные воздействия на окружающую среду;
- выявлены и описаны вредные и опасные факторы, возникающие на производстве;
- указаны методики и средства борьбы с этими факторами;

- описаны возможные ЧС и меры по их предупреждению и оповещению, а также приведены регламентированные требования по поведению персонала при ЧС;

- отражены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности рабочего персонала.

Социальная роль разработки АСУ газификации фильтрованных кеков – снижение пагубных факторов на окружающую среду и получение газа из отходов производства.

Заключение

В рамках данной выпускной квалификационной работы осуществлена разработка автоматизированной системы управления процессом газификации отходов углеобогащения. По полученным данным осуществлен подбор требуемого оборудования и средства автоматизации, регулирование расхода топлива конденсата и мощности лазера. Выполнены требования, заданные к системе.

Для реализации данной системы разработаны:

- структурная схема;
- функциональная схема;
- выбор технических средств;
- заказная спецификация;
- принципиальная электрическая схема;
- разработана монтажная схема;
- чертеж общего вида щита автоматизации.

Определены оптимальные параметры настройки контроллера ($K_p/T_i = 0,009$, $K_p = 0,979$, $T_i = 105,48$), способствующие равномерному и оптимальному регулированию расхода топлива, с минимальным временем запаздывания.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрена внешняя и внутренняя среда разрабатываемого объекта, выполнено экономическое обоснование разработанной системы управления. Составлены сметы затрат на монтаж этой системы, а также на её оборудование.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ наличия вредных и опасных факторов на установке, а также их воздействие на рабочий персонал, и окружающую среду, а также определены мероприятия, направленные на снижения рисков возникновения опасных ситуаций.

Список использованных источников

- 1 Значение автоматизации в повышении эффективности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/АСУ свободный](https://ru.wikipedia.org/wiki/АСУ_свободный). – Загл. с экрана.
- 2 Газификация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4588363/> свободный. – Загл. с экрана.
- 3 Ключев А.С., Глазов Б.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
- 4 Интеллектуальные преобразователи температуры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://metr-k.ru/files/products/metran/metran-280/Metran_281_286_288_IP.pdf свободный. – Загл. с экрана.
- 5 Testo. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.testo.ru/ru-RU/testo-340/p/0632-3340> свободный. – Загл. с экрана.
- 6 Gazoanalizators. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gazoanalizators.ru/POLAR-PRO.html> свободный. – Загл. с экрана.
- 7 SIMATIC S7-200 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ste.ru/siemens/contr.html> свободный. – Загл. с экрана.
- 8 ЭЛСИ-ТМ технические характеристики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elesy.nt-rt.ru/images/manuals/plc.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
- 9 ПЛК150 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.owen.ru/uploads/rie_plk150_1001.pdf свободный. – Загл. с экрана.
- 10 Механизмы исполнительные электрические однооборотные. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zeim.ru/production/docs/re/53.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
- 11 Расходомер ультразвуковой US-800. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.us800.ru/> свободный. – Загл. с экрана.

- 12 Блоки управления БУЭР 1-30. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elkont.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 13 Механизмы исполнительные электрические однооборотные. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zeim.ru/production/docs/re/53.pdf> свободный. – Загл. с экрана.
- 14 ЭЛСИ-ТМ Схемы подключения технических средств измерения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.owen.ru/uploads/datchik_temperaturi_4..20ma_1.pdf свободный. – Загл. с экрана.
- 15 Расходомер US-800, схемы подключения технических средств измерения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: : <http://www.us800.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 16 Блоки управления БУЭР 1-30, схемы подключения технических средств измерения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: : <http://www.elkont.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 17 Резисторы С2–С3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.reom.ru/page.php?pageId=5&topic=43&catId=269> свободный. – Загл. с экрана.
- 18 СТО ТПУ 2.5.01-2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://standard.tpu.ru/docs/standorg/BKP_ориг1.htm свободный. – Загл. с экрана.
- 19 Проектирование систем автоматизации. Конструкторская разработка общего вида щита. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.ru/2134646/tovarovedenie/konstruktorskaya_razrabotka_obschego_vida_schita свободный. – Загл. с экрана.
- 20 Кабель.РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tomsk.cable.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 21 D.O. Glushkov, S.Y. Lyrshchikov, S.A. Shevyrev and P.A. Strizhak, Burning Properties of Slurry Based on Coal and Oil Processing Waste // Energy & Fuels. – 2016. – V 30 (4). – P. 3441 – 3450.

22 A. Kijo-Kleczkowska, Combustion of coal-water suspensions // Fuel. – 2011. – V 90 (2). –Р. 865 – 877.

23 Экологические проблемы энергетики и пути их решения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3240303/page:21/> свободный. – Загл. с экрана.

24 Влияние энергетики на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://helpiks.org/5-30513.html> свободный. – Загл. с экрана.

25 Сжигание углесодержащих отходов углеобогащения и продуктов глубокой переработки нефти в виде водоугольной суспензии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3422 свободный. – Загл. с экрана.

Приложение А Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Тип и марка прибора	Кол
1	2	3	4
1а	Датчик температуры с аналоговым выходным сигналом, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0.5\%$. Выходной сигнал 4 ... 20 мА, НСХ ХА(К), верхний предел измерения до 1000 °С. «Метран», г. Челябинск	ИПТ Метран 281	1
2а	Газоанализатор, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,2\%$. Выходной сигнал 0...10 В. верхний предел измерения до 80%. «Бонэр-ВТ», г. Новосибирск	ТЕСТ-1	1
3а	Контроллер программируемый, логический, микропроцессорный, количество входов – 8 аналоговых и 8 дискретных, количество выходов – 6 (1 – э/м реле, 4 А, 220 В; 5 – ЦАП, 0...10 В). ОАО «ЭлСи», г. Томск.	ЭЛСИ-ТМ	1
4а	Комплект расходомеров ультразвуковых, верхний предел измерения до 6.5 м/ч, класс точности 1.5. Выходной сигнал 4 ... 20 мА. «Эй-Си Электроник», г. Чебоксары	US-800	1
5а	Блок управления электродвигателем реверсивный, входной сигнал управления 24 \pm 6 В, климатическое исполнение УХЛ 4.2. ЗАО «Волмаз», г. Чебоксары.	БУЭР1-30-02	1
		ФЮРА.421000.003 С01	
Выполнил	Белонозов М.В.	Спецификация приборов и средств автоматизации	Станд
Проверил	Стрижак П.А.		Лист
			Листов
			П
			1
			2
			ТПУ
			ИШЗ
			Группа
			564В

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Тип и марка прибора	Кол
1	2	3	4
5д	Механизм электроисполнительный однооборотный. В составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного вала; год разработки – 2015. ОАО «СКБ СПА», г. Чебоксары.	МЭО-250/25-0,25-Р99	1
6а	Твердотельный лазер с диодной накачкой, DPSS, одномодовый, 360 нм, оптическая мощность 1 – 20 мВт «Специальные системы», г. Санкт-Петербург.	SSP-SLM-360-FN	1
ФЮРА.421000.003 С01			Лист
			2